

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**  
FACULDADE DE CIÊNCIAS - CAMPUS BAURU  
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO  
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

BRUNO JOSÉ PAPA

**APLICATIVO PARA PUBLICAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DE  
ALERTAS DE SEGURANÇA PÚBLICA**

BAURU  
Março/2022

BRUNO JOSÉ PAPA

**APLICATIVO PARA PUBLICAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DE  
ALERTAS DE SEGURANÇA PÚBLICA**

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências, Campus Bauru.

Orientadora: Profa. Dra. Roberta Spolon

BAURU  
Março/2022

Bruno José Papa   Aplicativo para publicação e acompanhamento de alertas  
de segurança pública/ Bruno José Papa. – Bauru, Março/2022-      35 p. : il.  
(algumas color.) ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Roberta Spolon

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual Paulista “Júlio de  
Mesquita Filho”

Faculdade de Ciências  
Sistemas de Informação, Março/2022.

Bruno José Papa

## **Aplicativo para publicação e acompanhamento de alertas de segurança pública**

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências, Campus Bauru.

Banca Examinadora

---

**Profa. Dra. Roberta Spolon**

Orientadora

Departamento de Computação

Faculdade de Ciências

Universidade Estadual Paulista "Júlio de  
Mesquita Filho"

---

**Prof. Dr. José Remo Ferreira Brega**

Departamento de Computação

Faculdade de Ciências

Universidade Estadual Paulista "Júlio de  
Mesquita Filho"

---

**Profa. Dra. Márcia A. Zanolí Meira e  
Silva**

Departamento de Computação

Faculdade de Ciências

Universidade Estadual Paulista "Júlio de  
Mesquita Filho"

Bauru, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

# Resumo

O presente trabalho apresenta a análise, projeto, implementação e avaliação de uma aplicação móvel para a publicação e o acompanhamento de alertas relacionados à segurança pública no Brasil, o qual é capaz de manter as pessoas conscientes de eventuais perigos nos seus arredores em tempo real. Essas informações fornecidas pelas comunidades locais podem ser cruciais para que as pessoas busquem se proteger e proteger uns aos outros. É exposto que a tecnologia, aliada com a colaboração entre usuários pela internet, pode também ser uma importante ferramenta de segurança. As principais funcionalidades do aplicativo desenvolvido são: rastreamento da localização do usuário, publicação de alertas com suporte ao envio de imagens e vídeos, e o disparo de notificações baseados em localização. É importante ressaltar que este trabalho não estimula que a justiça seja feita com as próprias mãos, uma vez que isso é responsabilidade dos órgãos públicos locais.

**Palavras-chave:** Aplicação móvel, Sistema colaborativo, Engenharia de software

# Abstract

The current project presents the analyze, design, implementation and evaluation of a mobile application for the publication and monitoring of alerts related to public safety in Brazil, which is capable of keeping people aware of possible dangers in their surroundings in real time. This informations provided by local communities can be crucial for people to seek to protect themselves and each other. It is exposed that the technology, combined with collaboration between users over the internet, can also be an important security tool. The main features of the developed application are: user's location tracking, publishing alerts with images and videos uploads suports, and triggering location-based notifications. It is important to emphasize that this work does not encourage justice to be done with their own hands, since this is the responsibility of local public bodies.

**Keywords:** Mobile application, Collaborative system, Software engineering.

# Listas de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Telas do aplicativo Citizen.  | 13 |
| Figura 2 – Telas do aplicativo SP+ segura.   | 14 |
| Figura 3 – Componentes físicos do sistema.   | 17 |
| Figura 4 – Visão geral do sistema.   | 18 |
| Figura 5 – Camadas de um módulo do servidor.   | 20 |
| Figura 6 – Diagrama de classes da camada de domínio do módulo compartilhado do servidor. | 21 |
| Figura 7 – Diagrama de classes das entidades de domínio de cada módulo do servidor.      | 23 |
| Figura 8 – Entradas e saídas de cada módulo do servidor.                                 | 24 |
| Figura 9 – Interação detalhada entre cliente e servidor.                                 | 25 |
| Figura 10 – Busca de dados no aplicativo.  | 27 |
| Figura 11 – Fluxo de inicialização do aplicativo.  | 28 |
| Figura 12 – Telas de <i>login</i> e de registro de usuário                               | 29 |
| Figura 13 – Tela inicial   | 30 |
| Figura 14 – Tela de um alerta  | 30 |
| Figura 15 – Telas do perfil do usuário e de notificações                                 | 31 |
| Figura 16 – Telas de publicação de um alerta   | 32 |

# Lista de abreviaturas e siglas

|      |  |
|------|--|
| API  | <i>Application Programming Interface</i> |
| AWS  | <i>Amazon Web Services</i>               |
| DTO  | <i>Data Transfer Object</i>              |
| HTTP | <i>Hypertext Transfer Protocol</i>       |
| IaC  | <i>Infrastructure as Code</i>            |
| ORM  | <i>Object-Relational Mapping</i>         |
| RDS  | <i>Relational Database Service</i>       |
| REST | <i>Representational State Transfer</i>   |
| SDK  | <i>Software Development Kit</i>          |
| S3   | <i>Simple Static Storage</i>             |

# Sumário

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO</b>                              | <b>10</b> |
| <b>2</b>   | <b>SOLUÇÕES EXISTENTES E OBJETIVOS</b>         | <b>12</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Soluções existentes</b>                     | <b>12</b> |
| 2.1.1      | Citizen  | 12        |
| 2.1.2      | SP+ segura                                     | 13        |
| 2.1.3      | Análise  | 14        |
| <b>2.2</b> | <b>Objetivos</b>                               | <b>14</b> |
| <b>3</b>   | <b>DETALHAMENTO DO PROBLEMA</b>                | <b>15</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Natureza do problema</b>                    | <b>15</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Requisitos</b>                              | <b>15</b> |
| 3.2.1      | Requisitos funcionais                          | 15        |
| 3.2.2      | Requisitos não funcionais                      | 15        |
| <b>4</b>   | <b>DESCRÍÇÃO DO SISTEMA</b>                    | <b>17</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Servidor</b>                                | <b>17</b> |
| 4.1.1      | Principais tecnologias                         | 18        |
| 4.1.2      | Camadas de cada módulo                         | 19        |
| 4.1.2.1    | Domínio  | 21        |
| 4.1.2.2    | Aplicação                                      | 22        |
| 4.1.2.3    | Adaptadores                                    | 22        |
| 4.1.2.4    | Infraestrutura                                 | 22        |
| 4.1.3      | Módulos  | 23        |
| <b>4.2</b> | <b>Comunicação entre servidor e aplicativo</b> | <b>24</b> |
| 4.2.1      | GraphQL  | 24        |
| 4.2.2      | Do aplicativo ao módulo do servidor            | 25        |
| <b>4.3</b> | <b>Aplicativo</b>                              | <b>25</b> |
| 4.3.1      | Principais tecnologias                         | 26        |
| 4.3.2      | Busca e gerenciamento de dados com Relay       | 26        |
| 4.3.3      | Inicialização do aplicativo                    | 27        |
| 4.3.4      | Telas  | 29        |
| <b>4.4</b> | <b>Outras tecnologias</b>                      | <b>32</b> |
| <b>5</b>   | <b>CONCLUSÃO</b>                               | <b>33</b> |



# 1 Introdução

Os sistemas colaborativos revolucionaram a forma como as pessoas se relacionam. Eles permitem com que uma tarefa complexa seja dividida em pequenas tarefas simples e distribuídas entre várias pessoas. Eles rompem as barreiras físicas para a viabilizar a conexão de pessoas até então desconhecidas entre si. E eles possibilitam, através de um efeito de rede, a construção de um senso de comunidade autossuficiente e orgânico.

Dentre esses sistemas, existem os sistemas conectadores, que são plataformas que fornecem toda a infraestrutura necessária para unir pessoas que são provedoras de um serviço às pessoas que são as consumidoras desse serviço, como aplicativos de transporte que permitem a busca por motoristas baseada na localização. Existem também os sistemas de colaboração em massa, do inglês *crowdsourcing*, que se beneficia ainda mais do poder da colaboração entre milhões de pessoas, como, por exemplo, o Wikipedia ([WIKIMEDIA, 2022](#)), a maior enciclopédia livre da internet.

A tecnologia, aliada à colaboração entre usuários, pode também ser uma importante ferramenta de segurança. Um grande exemplo de sucesso é o aplicativo Waze ([MOBILE, 2022](#)), onde o usuário pode contribuir com alertas de acidentes de trânsito e com informações de rotas que possam estar congestionadas. Há, portanto, uma relação ganha-ganha para todas as partes envolvidas.

A segurança pública no Brasil é um problema relevante. O Brasil é um país onde as pessoas, sobretudo aquelas que residem em grandes centros urbanos, vivem constantemente com uma sensação de insegurança em decorrência do medo de assaltos, furtos, roubos e crimes em geral que, apesar de ser dever do Estado garantir a segurança pública, muitas vezes o tempo de resposta é muito alto. Somado à isso, catástrofes naturais são cada vez mais comuns em virtude do aquecimento global.

Para resolver o problema em questão, e tendo em vista a tendência do uso de sistemas facilitadores na economia colaborativa, é apresentado neste trabalho uma solução para empoderar as comunidades locais a se protegerem e proteger uns aos outros usando a tecnologia como uma ferramenta de segurança. Por meio de um aplicativo móvel de celular, pessoas podem ser alertadas e alertar outras pessoas próximas sobre a ocorrência de crimes, tiroteios, incêndios, emergências, protestos, ruas interditadas, catástrofes naturais, entre outros incidentes que coloquem em risco a segurança das pessoas.

Para a implementação da solução desejada houve inúmeros desafios. Entre os desafios técnicos, destacam-se o sistema de notificações e o mecanismo de rastreamento em tempo real da localização do usuário. Porém, o maior desafio foi o de tentar mitigar problemas intrínsecos ao ser humano, uma vez que a veracidade da informação fornecida pelos usuários é um risco.

O usuário pode, com má intenção ou por engano, cometer injustiças sociais como calúnia, difamação, injúria racial, ou adicionar conteúdo explícito ou depreceativo, por exemplo.

Além da introdução, este documento está estruturado em mais quatro capítulos. O Capítulo 2 descreverá quais são as principais soluções existentes para o mesmo problema no Brasil e no mundo, elencando os seus aspectos positivos e negativos, para que uma análise crítica das mesmas seja feita e, com base nessa análise, os objetivos deste trabalho serão descritos. O Capítulo 3 abordará a natureza do problema e definirá os requisitos funcionais e não funcionais da solução. O Capítulo 4 descreverá em detalhe o sistema desenvolvido, as decisões de arquitetura e as principais tecnologias utilizadas. Por fim, no Capítulo 5 será apresentado os resultados da solução desenvolvida e como ele foi testado durante todo processo de desenvolvimento.

## 2 Soluções existentes e objetivos

Ao analisar as diferentes soluções que já resolvem o problema destacado, é possível definir qual o objetivo da solução desenvolvida neste trabalho.

### 2.1 Soluções existentes

Já existem soluções para o mesmo problema tanto no Brasil como no mundo, porém elas possuem diferentes abordagens.

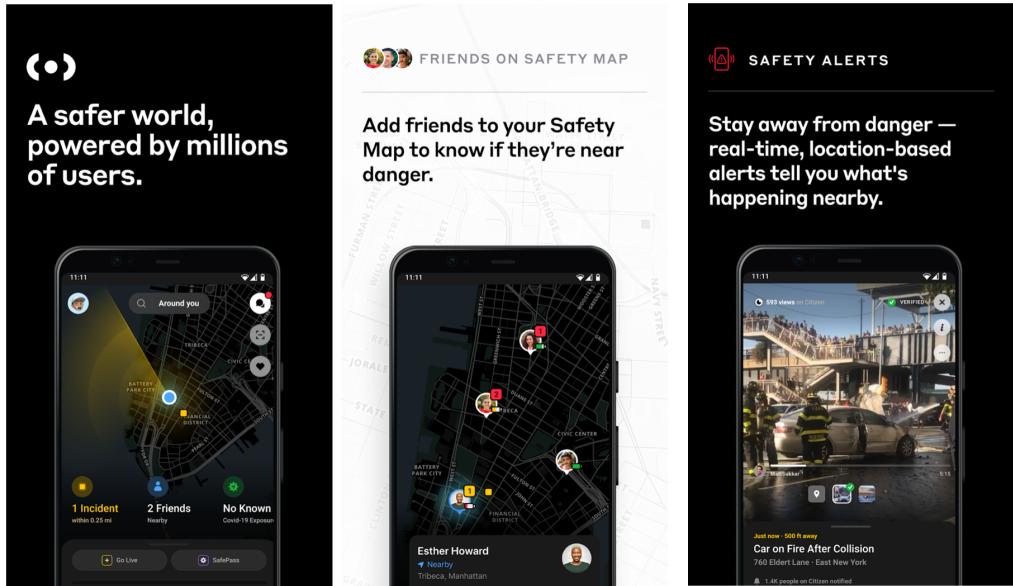
#### 2.1.1 Citizen

O aplicativo *Citizen* ([SPON, 2022](#)), desenvolvido pela *sp0n, Inc.*, foi lançado originalmente em 2016 com o nome de *Vigilante* em alguns grandes centros dos Estados Unidos. Em junho de 2020, ele possuía cerca de 5 milhões de usuários ativos. Seu sucesso vem da sua robustez, usabilidade, velocidade e praticidade. Entre as principais funcionalidades destacam-se o envio de alertas de segurança baseado na localização em tempo real, o acompanhamento pelos usuários dos alertas que estão em andamento, a transmissão de vídeos ao vivo e a possibilidade de adicionar comentários. As suas notificações já ajudaram pessoas à evacuarem de prédios em chamas e ônibus escolares à escaparem de ataques terroristas.

A empresa dona do aplicativo, *sp0n, Inc.*, possui antenas de rádio nas cidades suportadas para que as chamadas telefônicas da polícia local sejam monitadoras, permitindo com que operadores especializados da empresa as filtrem e publiquem alertas no aplicativo. Em razão disso, o aplicativo *Citizen* tem sua atuação dependente dos órgãos públicos. Em agosto de 2020, ele atuava em apenas 60 cidades dos Estados Unidos.

A Figura 1 mostra algumas das principais telas do aplicativo.

Figura 1 – Telas do aplicativo Citizen.



Fonte: Google Play, 2022.

### 2.1.2 SP+ segura

O aplicativo *SP+ segura* ([PAULO, 2022](#)) foi lançado pela Secretaria Municipal de Segurança Urbana de São Paulo em novembro de 2017. Com mais de 50 mil usuários, o aplicativo permite que pessoas informem e sejam informadas de alertas em tempo real sobre episódios de risco em que pessoas se encontram ou presenciam.

Ele oferece a opção de ligar para o orgão público responsável para acioná-lo quando for necessário. Porém, ele não oferece interação de chat entre usuários para eventuais discussões, e não suporta o envio de vídeos. Além disso, conta com muitas avaliações negativas na loja de aplicativos pelos usuários, com críticas à baixa qualidade. A Figura 2 mostra as principais telas do aplicativo.

Figura 2 – Telas do aplicativo SP+ segura.



Fonte: Google Play, 2022.

### 2.1.3 Análise

Dada as soluções existentes descritas, nota-se que o *Citizen* é a maior referência do segmento no mundo. Porém, apesar de seu enorme sucesso, ele é restrito à apenas algumas cidades dos Estados Unidos e não apresenta previsão de expansão para o Brasil. O Brasil possui soluções para o problema, porém elas não apresentam a mesma qualidade. Portanto, surgiu-se a oportunidade de oferecer uma solução alternativa.

## 2.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo apresentar o processo e as atividades para o desenvolvimento de uma aplicação móvel onde as pessoas possam se manter conscientes, em tempo real, de situações de perigo que eventualmente podem estar ocorrendo nas suas proximidades, como crimes, incêndios, ameaças, protestos, ruas interditadas, catástrofes naturais, entre outros. O aplicativo deve oferecer a infraestrutura para o desenvolvimento de um senso de comunidade. A integração dos alertas com os chamados das polícias locais não está incluso no escopo do projeto.

# 3 Detalhamento do problema

Visando solucionar o problema em questão, é definido na sequência os critérios técnicos de aceitação de uma possível solução.

## 3.1 Natureza do problema

A segurança pública no Brasil é dever do Estado, porém o serviço oferecido não é eficiente. O Estado está distante do cotidiano do cidadão, o tempo de resposta dos chamados policiais muitas vezes não é rápido o bastante, entre outros.

Sendo assim, um ambiente online que ofereça a infraestrutura necessária para a construção de verdadeiras comunidades locais, onde a confiança é estabelecida com o tempo, com a ajuda de vídeos e images dos alertas que forem reportados, pode ajudar a amenizar o problema.

## 3.2 Requisitos

Dado a natureza do problema, uma solução deve atender os requisitos listados.

### 3.2.1 Requisitos funcionais

- a) Usuários devem ser capazes de se registrar e logar no sistema;
- b) Usuários devem ser capazes de publicar alertas, que devem suportar o upload de fotos e vídeos de curta duração;
- c) Usuários devem ser capazes de visualizar um mapa com os alertas mais recentes das suas proximidades;
- d) Usuários devem ser notificados quando alertas forem publicados nas suas proximidades; e
- e) Usuários devem ser capazes de definir qual o raio de proximidade em que ele está interessado, em metros.

### 3.2.2 Requisitos não funcionais

- a) o sistema deve ser seguro;
- b) o sistema deve ser altamente confiável, ou seja, qualquer foto ou vídeo carregado nunca deve ser perdido; e

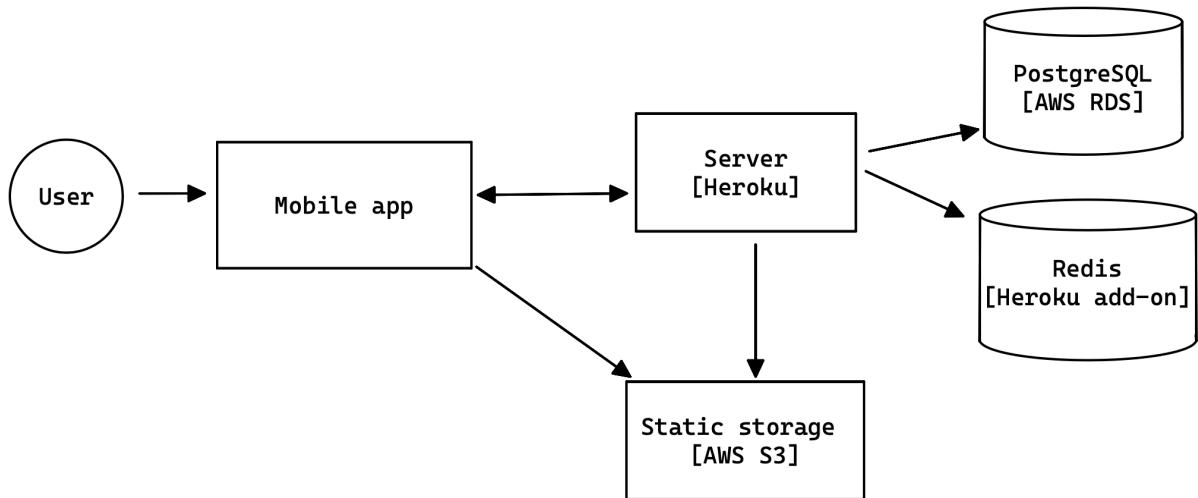
c) os usuários do aplicativo devem ter uma experiência de uso em tempo real;

# 4 Descrição do sistema

O sistema como um todo segue uma arquitetura cliente-servidor, onde o usuário interage com uma aplicação cliente que, por sua vez, se comunica com um servidor através da internet utilizando algum protocolo de rede. A aplicação cliente, nesse caso, é um aplicativo para dispositivos móveis, enquanto o servidor é uma aplicação monolítica, ou seja, um serviço único que é executado em um único processo. Foi considerado o desenvolvimento de vários microserviços, porém a arquitetura monolítica foi escolhida em virtude da sua simplicidade de desenvolvimento, facilidade de testes e de *deploy*.

A Figura 3 ilustra os componentes físicos do sistema. A AWS (*Amazon Web Services*) ([AMAZON, 2022](#)) é um provedor de serviços em nuvem. Dentre os seus serviços oferecidos, foi utilizado o Amazon S3 (*Simple Static Storage*) para armazenamento de objetos estáticos (imagens e vídeos) e o Amazon RDS (*Relational Database Service*) para o provisionamento do banco de dados PostgreSQL ([GROUP, 2022](#)). O Heroku ([SALESFORCE, 2022](#)) é outro provedor de serviços em nuvem que foi utilizado para a implantação do servidor em produção e o provisionamento do banco de dados Redis ([LABS, 2022](#)).

Figura 3 – Componentes físicos do sistema.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4.1 Servidor

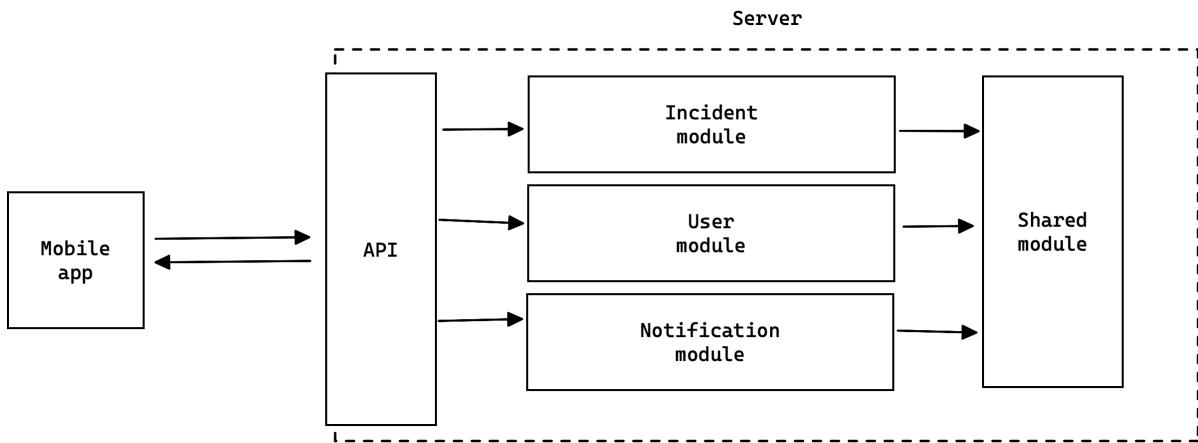
Os princípios do *domain-driven design*, termo cunhado inicialmente por Eric Evans ([EVANS, 2003](#)), e as ideias propostas por Uncle Bob em *Clean Architecture* ([BOB, 2017](#))

tiveram grande contribuição para o projeto do servidor, tendo em vista que a *separation of concerns* e a divisão da aplicação em camadas bem definidas com um rico modelo de domínio no centro permitem com que a complexidade do projeto cresça de forma manutenível ao longo do tempo.

A partir dos requisitos listados na Seção 3.2, se fez necessário identificar os diferentes subdomínios do sistema. Um módulo, também chamado de subdomínio, é um pedaço isolado de código. Como ilustrado pela Figura 4, os seguintes módulos foram identificados:

- user: responsável pelos usuários, gerenciamento de identidade, autenticação e autorização;
- incident: responsável por todas as operações relacionadas aos alertas;
- notification: responsável pelo envio de notificações aos dispositivos dos usuários;
- shared: módulo global para reuso de código entre diferentes módulos.

Figura 4 – Visão geral do sistema.



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.1 Principais tecnologias

O servidor foi escrito utilizando Node.js (FOUNDATION, 2022). O Node.js é um *runtime* para Javascript (EICH, 2022) baseado no interpretador V8 do Google que é utilizado pelo navegador Google Chrome. O principal motivador de sua escolha foi pela sua característica de execução das requisições e eventos em *single-thread*, ou seja, uma única *thread* (chamada de *event loop*) é responsável por executar o código Javascript e, portanto, recursos computacionais como memória RAM são melhor aproveitados. Outra característica que o difere de outras linguagens é que as suas operações de entrada e saída são assíncronas e não bloqueantes, o

que torna aplicações orientadas à entrada e saída, como é o caso de servidores que processam inúmeras requisições recebidas pela rede em paralelo, bons casos de uso para o Node.js.

O servidor possui dependência com algumas bibliotecas e frameworks do ecossistema Node.js. As principais são: Koa ([KOAJS, 2022](#)), um framework para construção de servidores web; Prisma ([PRISMA, 2022](#)), um ORM (*Object-Relational Mapping*) para interação com bancos de dados; Jest ([JEST, 2022](#)), uma biblioteca para escrita de testes unitários; e Supertest ([VISIONMEDIA, 2022](#)), uma biblioteca para a escrita de testes de integração.

Em relação aos bancos de dados com os quais o servidor interage, foram escolhidos o Redis ([LABS, 2022](#)) e o PostgreSQL ([GROUP, 2022](#)).

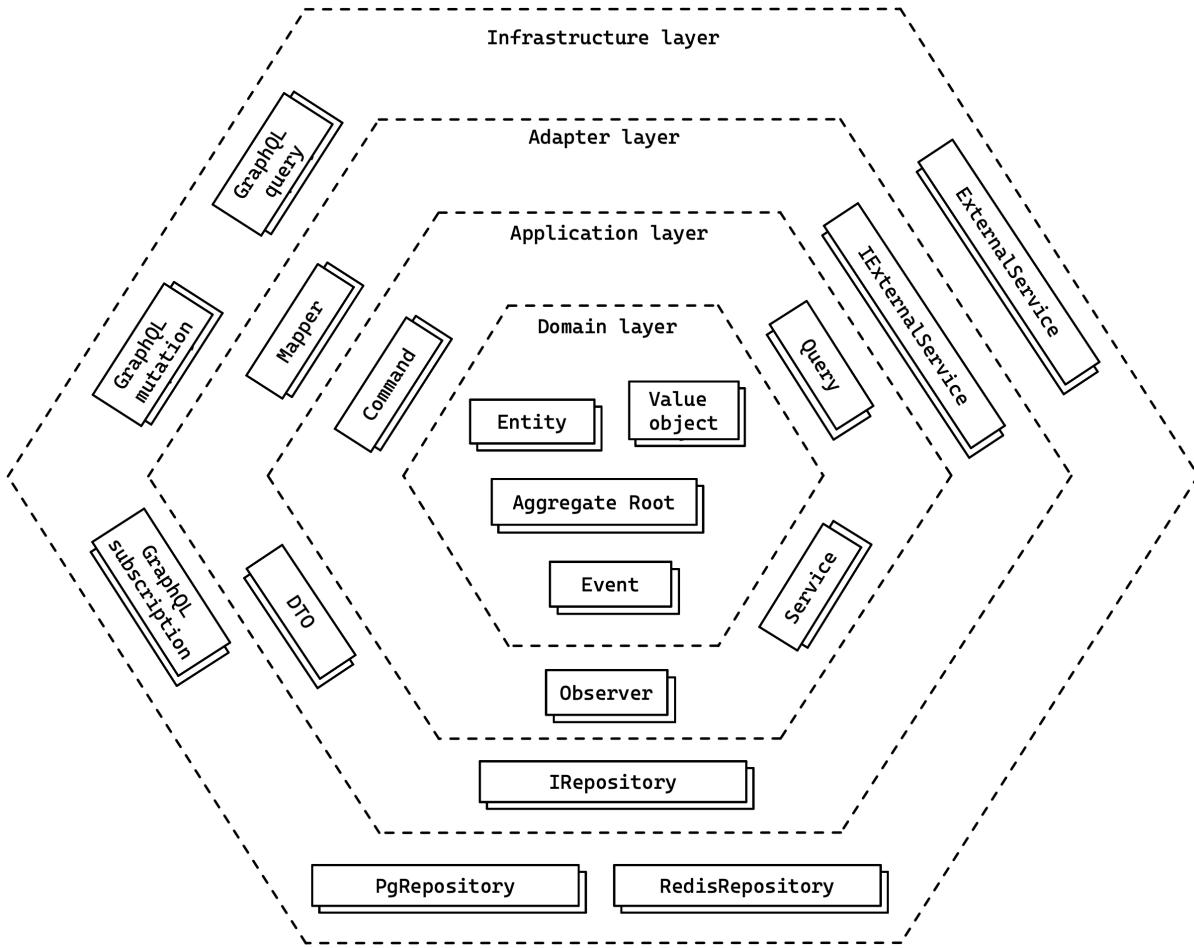
O Redis é um banco de dados em memória de baixa latência que fornece diversas estruturas de dados otimizadas. A estrutura de chave-valor foi utilizada para os armazenamentos dos *access tokens* e *refresh tokens* dos usuários, os quais são utilizados para o controle das sessões dos usuários. E a estrutura GEOSET foi utilizada para a implementação de consultas eficientes por latitude e longitude.

Já o PostgreSQL é um poderoso sistema de banco de dados objeto-relacional de código aberto com mais de 30 anos de desenvolvimento ativo que lhe rendeu uma forte reputação de confiabilidade, robustez de recursos e desempenho. Ele foi utilizado para a persistência dos dados dos usuários, dos alertas e das notificações.

#### 4.1.2 Camadas de cada módulo

Cada um dos módulos respeita a divisão em camadas descrita pela Figura 5, onde camadas mais externas dependem das camadas mais internas e, consequentemente, camadas mais internas não conhecem camadas mais externas.

Figura 5 – Camadas de um módulo do servidor.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com a “arquitetura hexagonal” de Alistair Cockburn ([COCKBURN, 2005](#)), a região mais interna da arquitetura deve concentrar as camadas de aplicação e de domínio, e por fora dessas camadas devem estar os adaptadores (ou portas).

A aplicação é escrita em cima das tecnologias específicas que existem no “mundo exterior”, como bancos de dados, APIs (*Application Programming Interface*) externas e serviços em nuvem. Com o uso dos adaptadores, “o mundo exterior é conectado ao mundo interior” e, portanto, tecnologias específicas podem ser envolvidos com segurança pela aplicação. Isso é chamado de inversão de dependência, e trás inúmeros benefícios, como:

- a) Atrasar a decisão sobre exatamente qual tipo de servidor web, banco de dados, serviços externos ou tecnologia de *cache* será escolhido até que seja absolutamente necessário decidir. Facilitando, por exemplo, que se faça uma implementação inicial em memória do bancos de dados para agilizar o desenvolvimento;
- b) Prioriza a escrita de código que pode ser facilmente testado usando injeção de

dependência, minimizando o uso de dependências concretas que poderiam tornar o código não testável; e

- c) Ajusta o foco às coisas específicas da aplicação e do domínio.

#### 4.1.2.1 Domínio

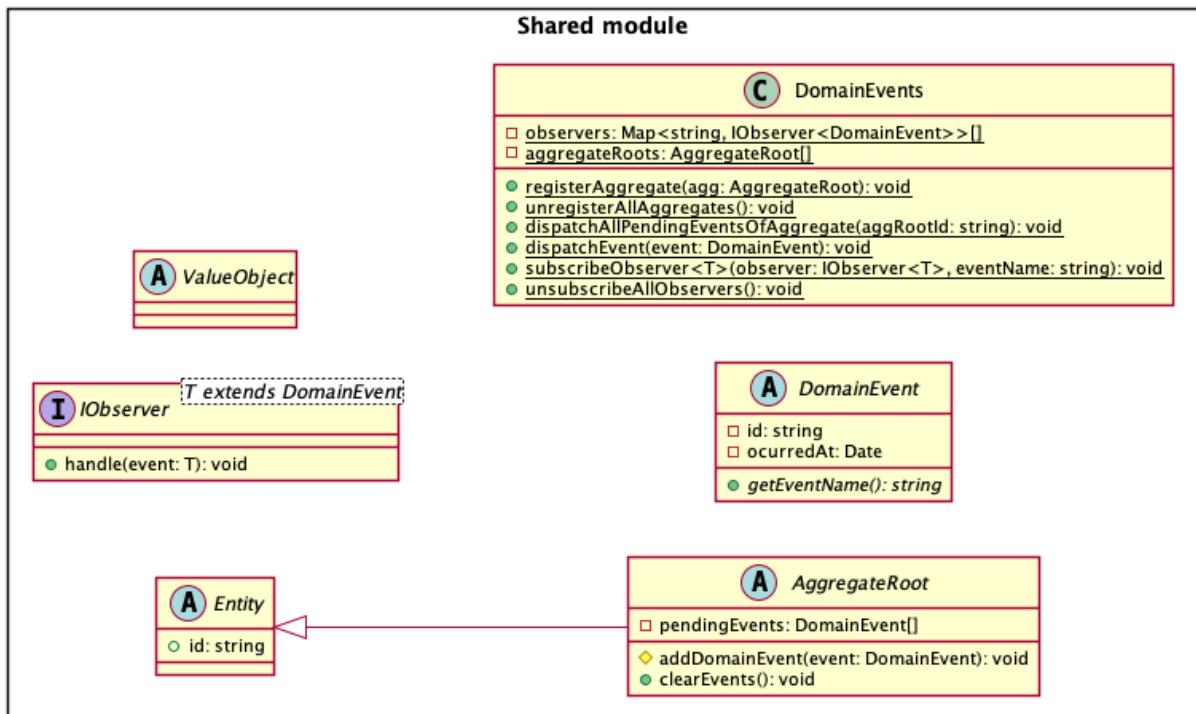
A domain layer é a camada mais interna. É a camada que contém tudo aquilo que é importante para o negócio e que está menos propensa a mudar, configurando-se como a camada mais estável dentre todas e a qual todas as outras dependem.

Para encapsular regras de validação, existem os value objects. Uma entity é um objeto que encorpora um pequeno conjunto de regras de negócio.

Um aggregate root é um tipo específico de entity que pode emitir domain events quando algo relevante para o negócio ocorre, e para isso, ele armazena como estado os eventos que ainda não foram emitidos pela camada de infraestrutura. Ele é implementado pela principal entidade de um *cluster* de entities e value objects relacionados, os quais são tratados como uma única unidade de mudança.

A Figura 6 demonstra como essas classes abstratas são definidas no módulo shared, além da implementação da classe DomainEvents.

Figura 6 – Diagrama de classes da camada de domínio do módulo compartilhado do servidor.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A classe `DomainEvents` é um *singleton*, ou seja, uma única instância global com tempo de vida vitalício em relação ao tempo de vida da aplicação. Ela é usada para encapsular o estado de quais `observers` estão interessados em ouvir pelos eventos emitidos por determinados `aggregate roots`. As instâncias dos `aggregate roots` inscritos contém `domain events` que serão dispatchados para seus `observers` quando a camada de infraestrutura persistir as alterações feitas.

#### 4.1.2.2 Aplicação

A `application layer` contém os casos de uso, ou seja, as principais funcionalidades da aplicação. Em relação ao ambiente externo as entradas são os `commands` e as `queries`, mas essa camada também implementa `application services` e `observers`, que são funções que serão executadas quando um determinado evento de domínio ocorre.

O *Command-Query Separation (CQS)* é um padrão introduzido por Bertrand Meyer ([MEYER, 2000](#)) que afirma que um método é ou um `command` que executa uma ação ou uma `query` que retorna dados ao chamador, mas nunca ambos. Dessa forma os fluxos de operações que mudam o sistema (e geram efeitos colaterais) são separados daqueles que apenas requisitam dados ao sistema, tornando o código mais simples de entender e manter.

#### 4.1.2.3 Adaptadores

A `adapter layer` contém abstrações para que a `application layer` possa interagir com a `infrastructure layer` sem depender dela, habilitando o que é chamado de inversão de dependência. Interfaces de repositórios que acessam bancos de dados, interfaces ou classes abstratadas que chamam APIs externas e mapeadores de objetos entre diferentes camadas são exemplos do que pode estar nessa camada. Para que um objeto passe de uma camada à outra são utilizados `DTOs` (*Data Transfer Object*). Toda entidade possui um modelo de domínio na `domain layer` e um modelo de persistência na `infrastructure layer`, por exemplo.

#### 4.1.2.4 Infraestrutura

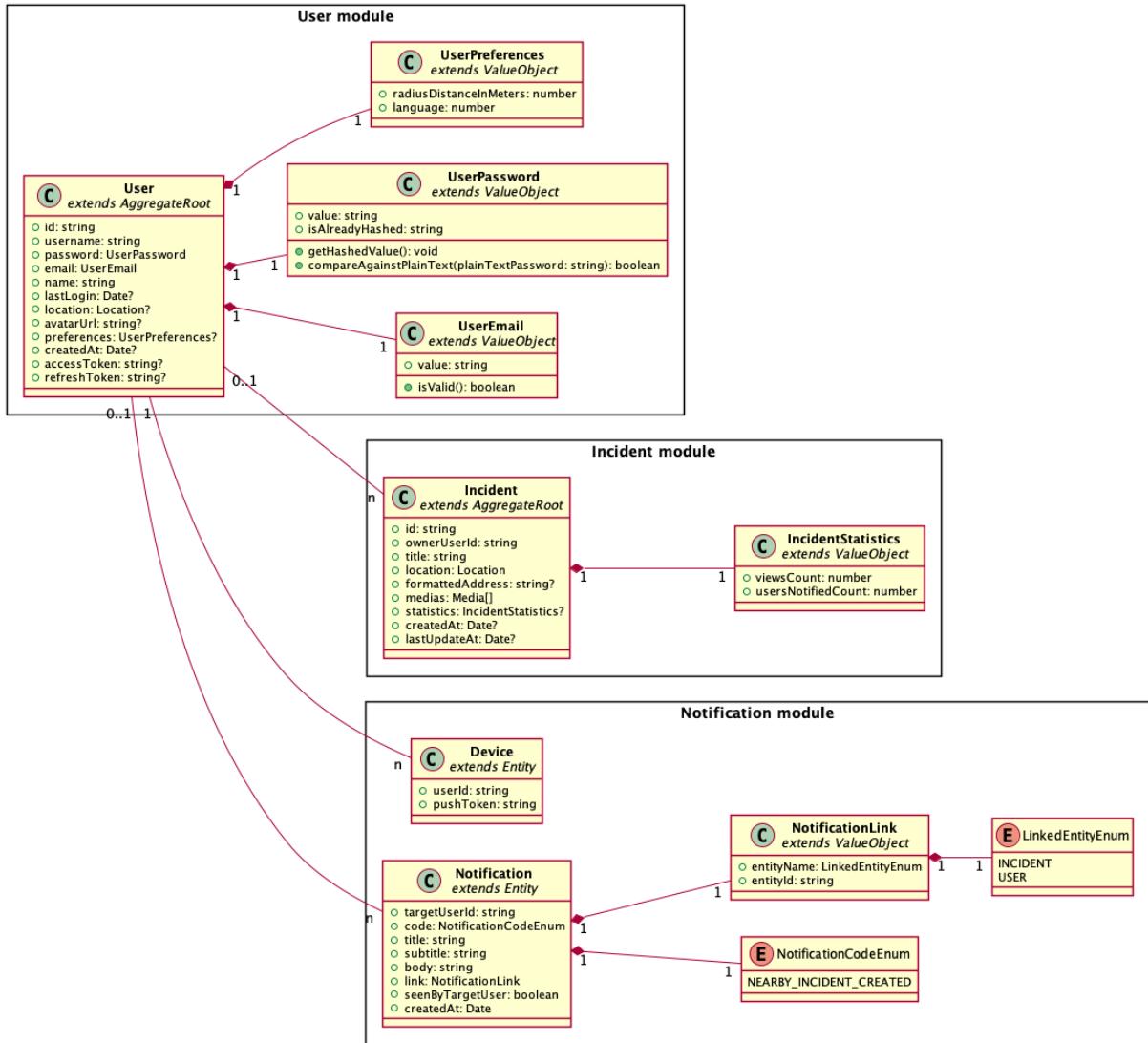
A `infrastructure layer` é a camada mais externa. Ela contém os detalhes da aplicação, os quais possuem maior chance de serem trocados por outras bibliotecas ou frameworks específicos ao decorrer do tempo. Isso inclui implementações concretas das abstrações definidas na `adapter layer` para que elas possam ser executadas em *runtime*, como serviços externos, repositórios para acesso à bancos de dados. Além disso, também contém lógicas de apresentação, como *HTTP (Hypertext Transfer Protocol) endpoints* e *GraphQL operations*.

### 4.1.3 Módulos

Na sequência tem-se uma visão mais ampla de todos os módulos e como eles se inter-relacionam. Um módulo apenas deve se comunicar com outro via eventos de domínio, permitindo o desacoplamento entre eles.

A Figura 7 ilustra como as entidades de cada módulo estão definidas.

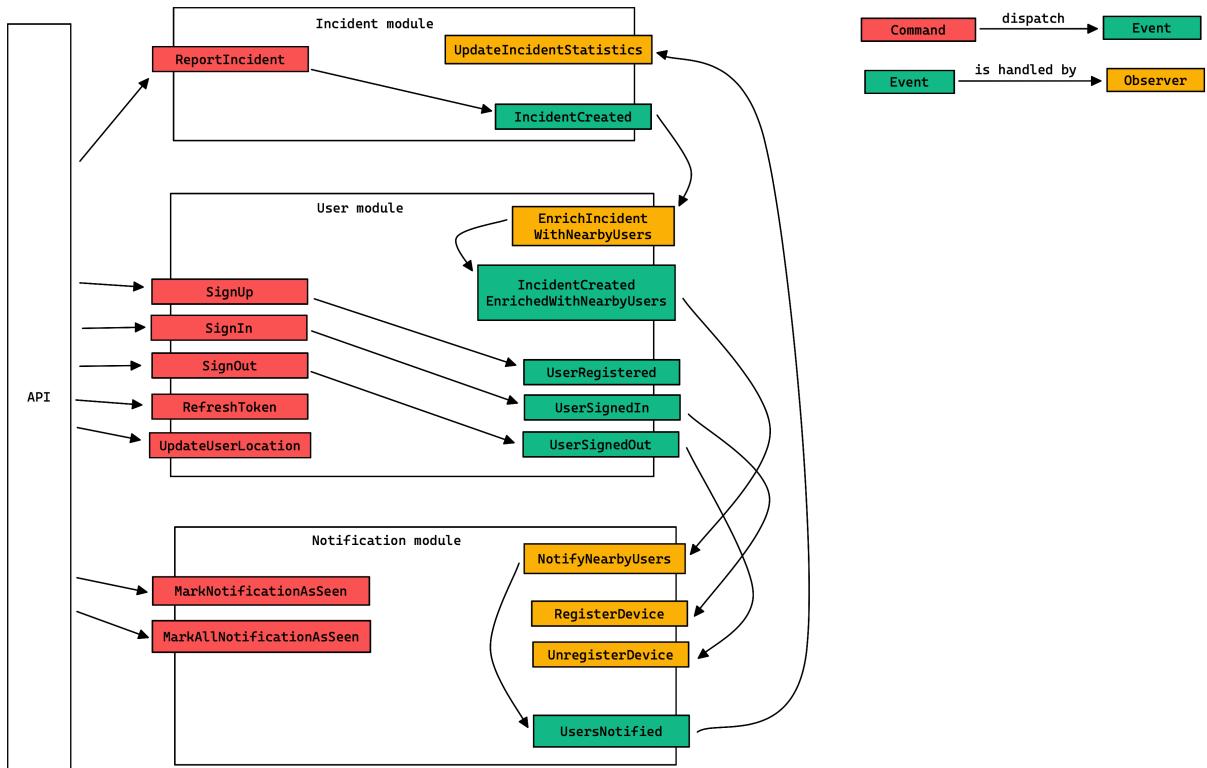
Figura 7 – Diagrama de classes das entidades de domínio de cada módulo do servidor.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 8 ilustra as entradas e saídas de cada módulo.

Figura 8 – Entradas e saídas de cada módulo do servidor.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4.2 Comunicação entre servidor e aplicativo

### 4.2.1 GraphQL

GraphQL ([GRAPHQL, 2022](#)) é uma especificação e uma linguagem de consulta para APIs que permite com que clientes requisitem e recebam do servidor exatamente os dados que eles precisam. Ele possui seu próprio sistema de tipos e campos, ao contrário de *endpoints* de um tradicional servidor HTTP que segue os princípios REST (*Representational State Transfer*).

Para criar uma API GraphQL é necessário instalar uma biblioteca que o implementa na linguagem desejada, expor um *endpoint* para receber as requisições GraphQL, definir um GraphQL schema e conectar os resolvers de cada campo aos seus respectivos data sources.

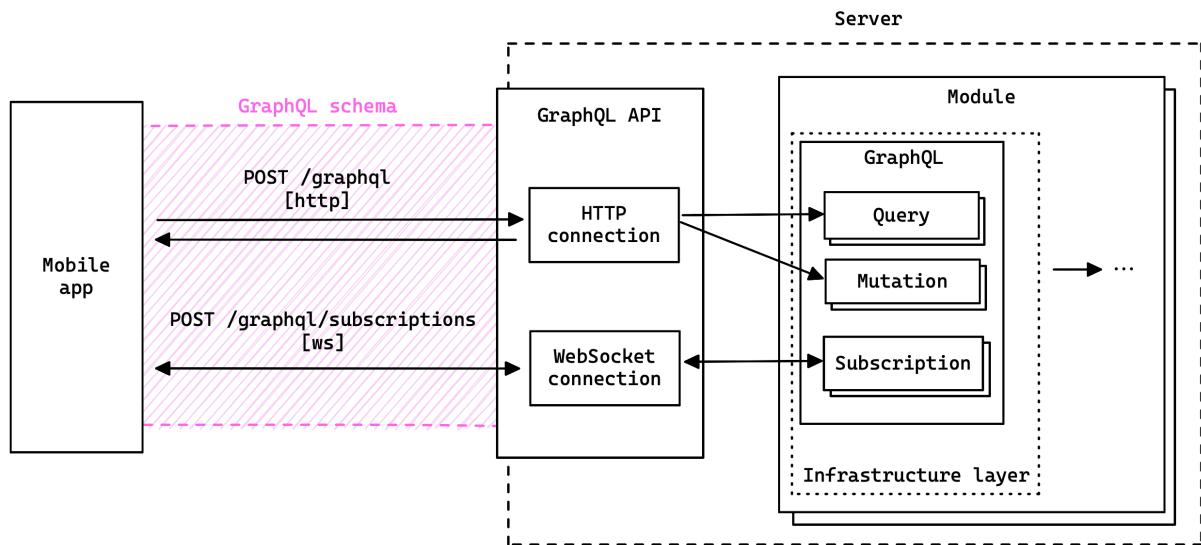
O GraphQL schema é definido em um arquivo declarativo e auto-documentável. Ele é conhecido tanto pelo servidor como pelo cliente e atua como uma camada virtual entre eles. Ele define um grafo com todos os dados que o servidor está expondo, assim como todas as operações disponíveis para a busca e alteração desses dados. Os dados que estão sendo expostos para consultas são definidos através de GraphQL queries, já os que estão sendo expostos para serem alterados, através de GraphQL mutations. Além deles, também existem as GraphQL

subscriptions, usadas quando o cliente deseja ouvir por atualizações do servidor. Todos eles, juntos, são chamados de GraphQL operations.

#### 4.2.2 Do aplicativo ao módulo do servidor

A Figura 9 ilustra de forma mais detalhada como o aplicativo se comunica com o servidor. Para GraphQL queries e GraphQL mutations há um fluxo síncrono de requisição-resposta onde é utilizado o protocolo HTTP, enquanto que para GraphQL subscriptions há um fluxo assíncrono e onde é estabelecida uma conexão persistente via o protocolo WebSocket para que o servidor possa também enviar atualizações ao cliente sem que haja uma requisição prévia feita por ele. Isso permite com que o usuário visualize os dados mais atualizados possíveis na tela. Alertas criados próximo à um usuário que está com o aplicativo aberto é um exemplo de atualização enviada apenas pelo servidor através de uma GraphQL subscription, a qual a aplicação cliente fica “ouvindo” desde o momento em que é iniciada.

Figura 9 – Interação detalhada entre cliente e servidor.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 4.3 Aplicativo

Para o funcionamento completo do aplicativo é exigido que o usuário forneça as seguintes permissões de acesso ao sistema operacional do dispositivo: compartilhamento da localização quando o aplicativo está em uso e também quando não está; uso da câmera e do microphone; e o envio de notificações.

### 4.3.1 Principais tecnologias

Para a escrita do aplicativo foi utilizado o React Native ([NATIVE, 2022](#)). O React Native é um framework Javascript para a construção de aplicações móveis multiplataforma, ou seja, que são renderizadas para o código nativo do iOS e do Android, e que é baseado no React ([REACT, 2022](#)), uma biblioteca Javascript para a contrução de interfaces de usuário de forma declarativa.

Para melhorar a experiência de desenvolvimento com o React Native, foi utilizado o Expo ([EXPO, 2022](#)), um *React Native runtime* e SDK (*Software Development Kit*). Entre as principais dependências, estão: Recoil ([RECOIL, 2022](#)), uma biblioteca para gerenciamento de estado global no React; React Navigation ([NAVIGATION, 2022](#)), uma biblioteca de navegação de telas no React Native; e Relay ([RELAY, 2022](#)), descrito com mais detalhes na próxima seção.

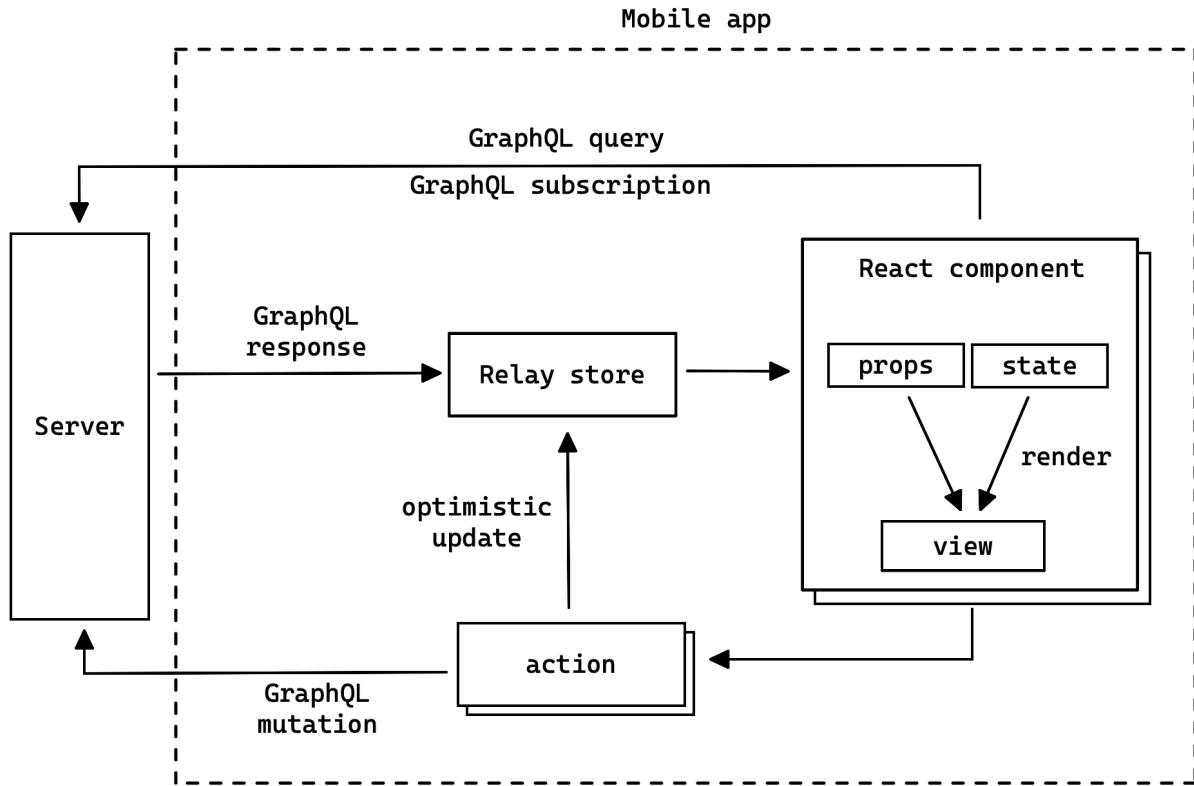
### 4.3.2 Busca e gerenciamento de dados com Relay

O Relay ([RELAY, 2022](#)) é um framework para busca e gerenciamento de dados com GraphQL para React e React Native. Sem ele, consultas são facilmente duplicadas entre diferentes componentes, podem existir carregamentos em cascata de uma árvore de componentes (ou seja, cada componente filho começa a buscar os dados que precisa no servidor somente após o término da busca do seu componente pai), o que torna as consultas muito lentas e consequentemente prejudica a experiência do usuário. Em resumo, ao adotar Relay é possível declarar quais dados cada componente precisa carregar antes de renderizar. O próprio framework se responsabiliza por buscar esses dados da forma mais perfomática e otimizada possível, evitando os problemas citados anteriormente.

A Relay Store é onde o Relay mantém todos os dados retornados pelas GraphQL operations que foram executadas. Cada dado possui um id único, e é através dele que é mantido um *cache* para evitar buscas duplicadas de dados no servidor. Esses valores em *cache* são atualizados pelo framework à cada nova resposta do servidor, mas também podem ser atualizados manualmente através dos *optimistic updates*. Um *optimistic update* permite evitar a espera da resposta do servidor para que algo seja refletido na tela do usuário. Por exemplo, se o usuário clicou em uma notificação, ela já pode ser renderizada como vista antes do servidor responder, pois provavelmente será uma requisição de sucesso.

Na Figura 10 todos os fluxos possíveis são ilustrados. As actions podem ser entendidas como qualquer ação realizada pelo usuário que solicite uma mudança de dados, como, por exemplo, clicar no botão para registrar um novo usuário ou adicionar um novo alerta. No caso, isso vale apenas para os componentes que declaram dependência de dados do servidor.

Figura 10 – Busca de dados no aplicativo.



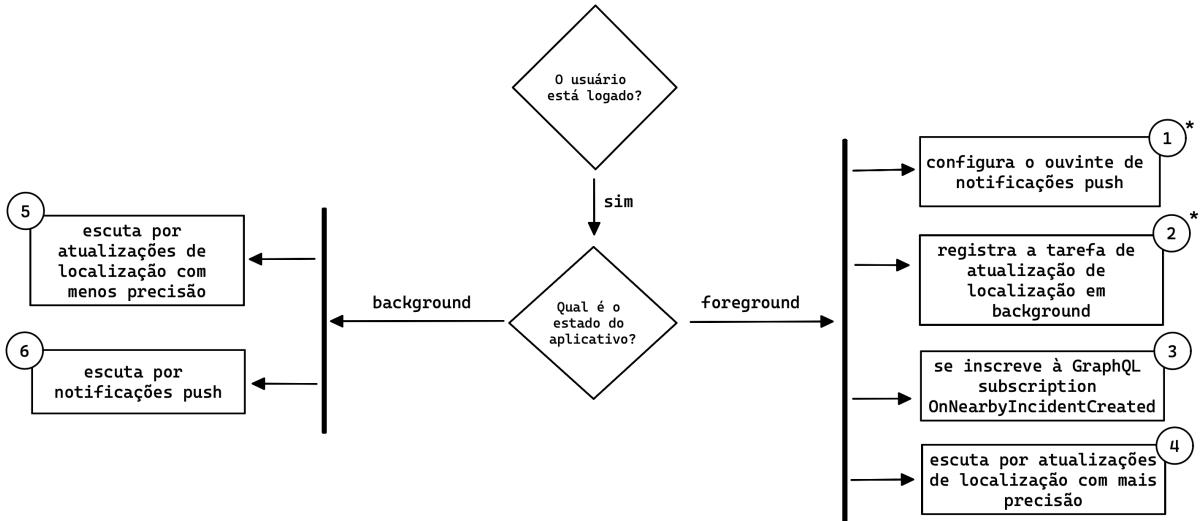
Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.3.3 Inicialização do aplicativo

A cada vez que o usuário realiza um novo *login* mediante à inserção de usuário e senha corretos, um *access token* é retornado pelo servidor, e ele, por sua vez, é criptografado e salvo no sistema de arquivos do dispositivo em formato de chave-valor. É lendo essa estrutura à cada inicialização do aplicativo, portanto, que é possível saber se o usuário já está logado ou não. O *access token* gerado possui um prazo de expiração de 1 dia. No caso de ele estar expirado, ainda há um *refresh token*, que é usado para gerar outro *access token* válido de forma transparente ao usuário, e esse *refresh token*, por sua vez, possui um prazo de expiração de 15 dias.

O aplicativo pode estar em dois estados. Ou ele está em *foreground*, quando está aberto e ativo em primeiro plano, ou ele está em *background*, quando está fechado ou em segundo plano. Como descrito pela Figura 11, após cada *login* efetuado com sucesso algumas rotinas são executadas dependendo de qual for o estado do aplicativo. As rotinas 1 e 2 são executadas apenas no primeiro acesso ao aplicativo.

Figura 11 – Fluxo de inicialização do aplicativo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação às rotinas executadas em *foreground*:

- 1: é definida a função que deve ser executada à cada vez que o usuário interage com uma *push notification*, a qual redireciona o usuário para a tela relevante e marca a notificação como vista no servidor;
- 2: é definida a *background task* que será executada à cada nova atualização de localização do dispositivo. A implementação dessa *background task* apenas atualiza o servidor com a nova localização;
- 3: é feita a subscrição que receberá atualizações de cada novo alerta que for criado nas proximidades da localização atual do usuário, para que os novos alertas sejam renderizados em tempo real no mapa;
- 4: ouve por atualizações de localização que ocorrem em pelo menos 100 milissegundos ou se a nova localização está com mais de 50 metros de distância em relação à última atualização. Para nova localização, o mapa é re-renderizado com a nova posição do usuário.

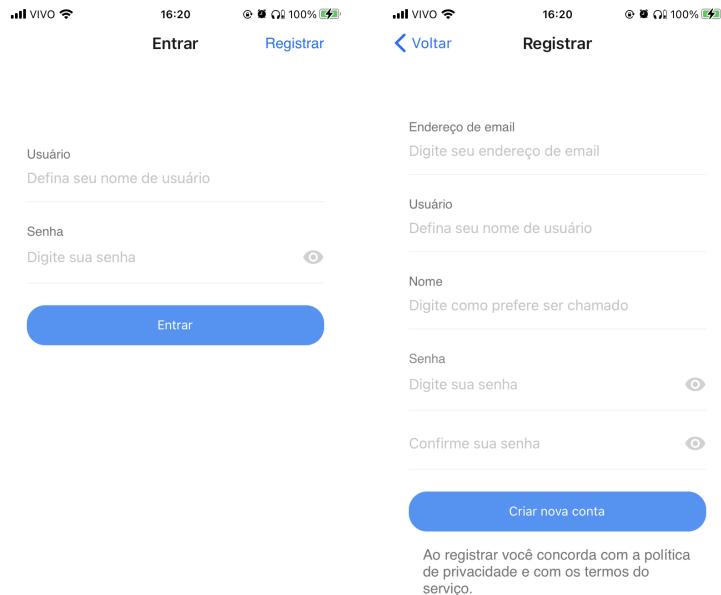
E em relação às rotinas executadas em *background*:

- 5: a *background task* definida no primeiro acesso é executada baseada em duas condições. Ou à cada 10 segundos ou se houve uma mudança de localização com uma distância de mais de 100 metros em relação à última localização;
- 6: ouve por novas *push notifications* que eventualmente chegam no dispositivo.

#### 4.3.4 Telas

A Figura 12 mostra, à direita, o formulário de registro de um novo usuário e, à esquerda, o formulário de *login*.

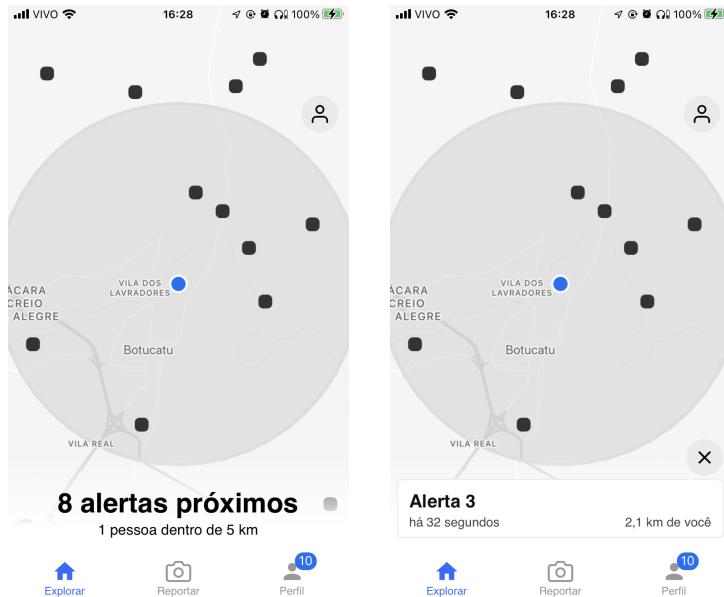
Figura 12 – Telas de *login* e de registro de usuário



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 13 mostra, à esquerda, a primeira tela que um usuário encontra após ter realizado o *login* com sucesso, onde é possível visualizar um mapa com todos os alertas mais próximos à localização atual do usuário, e também navegar para as demais telas através da barra de navegação inferior. À direita, é mostrado como a tela varia quando um alerta é selecionado no mapa.

Figura 13 – Tela inicial



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 14 mostra a tela de um único alerta expandido, onde é possível ver suas imagens e vídeos, qual usuário que o reportou e informações relativas ao usuário “logado”.

Figura 14 – Tela de um alerta



**Alerta 3**  
Reportado há 42 segundos por User 2

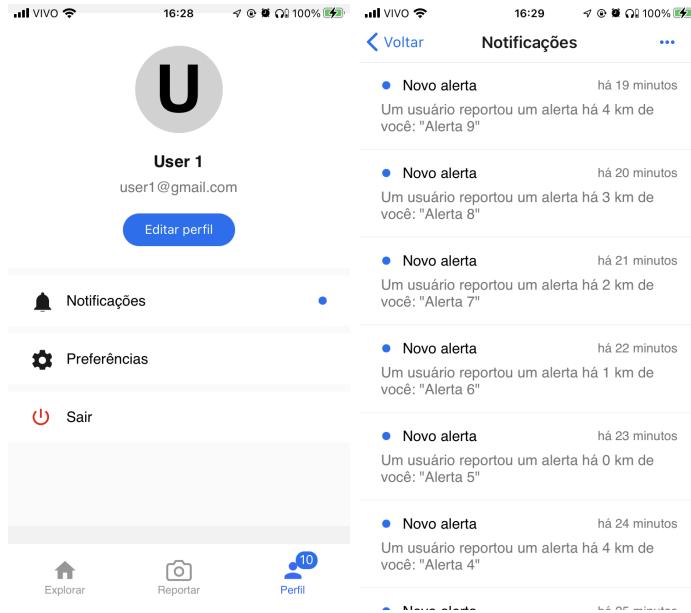
2,1 km de você  
Nenhum usuário notificado

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 15, à esquerda, mostra a tela de perfil, que contém informações específicas do usuário “logado” e dá acesso à tela de notificações e de preferências. À direita, é mostrado

a tela de notificações, onde o usuário pode checar se perdeu alguma notificação, navegar para o alerta mencionado ao clicar na notificação, e marcar uma notificação como lida.

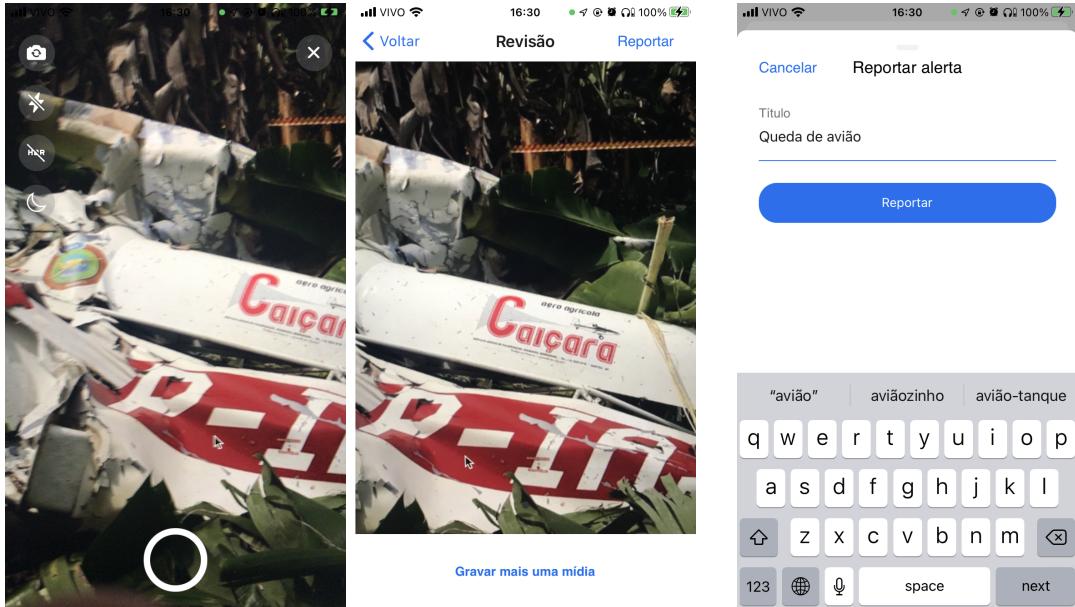
Figura 15 – Telas do perfil do usuário e de notificações



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 16 mostra todas as telas que fazem parte do fluxo de publicação de um novo alerta. Da esquerda para direita, temos a câmera, a tela de revisão das imagens e vídeos, e o formulário para inserção do título do alerta que está sendo publicado.

Figura 16 – Telas de publicação de um alerta



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.4 Outras tecnologias

Além das tecnologias já citadas, outras tecnologias que não estão relacionadas apenas ao servidor ou ao aplicativo também foram utilizadas.

- Typescript ([MICROSOFT, 2022](#)): sistema de tipos para Javascript. Utilizado tanto no aplicativo quanto no servidor;
- Terraform ([HASHICORP, 2022](#)): ferramenta de IaC (*Infrastructure as Code*) para gerenciamento serviços em nuvem via arquivos de configuração declarativos;
- Docker ([HYKES, 2022](#)): ferramenta de virtualização à nível do sistema operacional baseado em containers isolados. Utilizado durante o desenvolvimento.

## 5 Conclusão

Conclui-se que os requisitos funcionais e não funcionais do sistema foram atentidos. O usuário final é capaz de realizar as principais funções de negócio, como publicar alertas e ser notificado por novos alertas nas suas proximidades.

A implementação de cada nova funcionalidade do sistema ocorreu de forma intercalada entre o servidor e o aplicativo. A adoção do framework Relay ([RELAY, 2022](#)) gerou uma alta curva de aprendizagem inicial, mas foi compensada pelo ganhos em performance, flexibilidade e escalabilidade do aplicativo.

Em relação à validação do servidor, conclui-se que ele foi testado localmente repetidas vezes durante o processo de desenvolvimento com a ajuda do Docker ([HYKES, 2022](#)) para provisionamento local dos banco de dados Redis e PostgreSQL. Cada módulo do servidor foi testado com testes unitários, ou seja, testes automatizados que garantem o funcionamento correto de uma única unidade de código e que ignoram dependências externas.

O aplicativo, por sua vez, foi testado de forma manual na plataforma *iOS* em um ambiente local, isto é, no próprio dispositivo móvel do autor. Ele não foi distribuído em lojas de aplicativos em razão dos custos e por se tratar, ainda, de um projeto prematuro.

# Referências

AMAZON. *Amazon Web Services documentation*. 2022. Disponível em: <<https://aws.amazon.com>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

BOB, U. *Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design*. [S.I.]: Pearson, 2017.

COCKBURN, A. *Hexagonal architecture*. [S.I.: s.n.], 2005. Disponível em: <<https://alistair.cockburn.us/hexagonal-architecture>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

EICH, B. *Javascript documentation*. 2022. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/docs/Web/JavaScript>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

EVANS, E. *Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software*. [S.I.]: Addison-Wesley Professional, 2003.

EXPO. *Expo documentation*. 2022. Disponível em: <<https://expo.dev>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

FOUNDATION, O. *Node.js documentation*. 2022. Disponível em: <<https://nodejs.org>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

GRAPHQL. *GraphQL documentation*. 2022. Disponível em: <<https://graphql.org>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

GROUP, P. G. D. *PostgreSQL documentation*. 2022. Disponível em: <<https://www.postgresql.org>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

HASHICORP. *Terraform documentation*. 2022. Disponível em: <<https://www.terraform.io>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

HYKES, S. *Docker documentation*. 2022. Disponível em: <<https://www.docker.com>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

JEST. *Jest documentation*. 2022. Disponível em: <<https://jestjs.io>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

KOADS. *Koa documentation*. 2022. Disponível em: <<https://koajs.com>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

LABS, R. *Redis documentation*. 2022. Disponível em: <<https://redis.io>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

MEYER, B. *Object Oriented Software Construction*. 2. ed. [S.I.]: Pearson College Div, 2000.

MICROSOFT. *TypeScript documentation*. 2022. Disponível em: <<https://www.typescriptlang.org>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

MOBILE, W. *Waze*. 2022. Disponível em: <<https://www.waze.com>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

NATIVE, R. *React Native documentation*. 2022. Disponível em: <<https://reactnative.dev>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

NAVIGATION, R. *React Navigation documentation*. 2022. Disponível em: <<https://reactnavigation.org>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

PAULO, S. M. de Segurança Urbana de S. *Aplicativo SP+ segura*. 2022. Disponível em: <[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.policiapopular.spsegura&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.policiapopular.spsegura&hl=pt_BR&gl=US)>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

PRISMA. *Prisma documentation*. 2022. Disponível em: <<https://www.prisma.io>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

REACT. *React documentation*. 2022. Disponível em: <<https://reactjs.org>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

RECOIL. *Recoil documentation*. 2022. Disponível em: <<https://recoiljs.org>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

RELAY. *Relay documentation*. 2022. Disponível em: <<https://relay.dev>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

SALESFORCE. *Heroku documentation*. 2022. Disponível em: <<http://heroku.com>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

SP0N, I. *Aplicativo Citizen*. 2022. Disponível em: <[https://play.google.com/store/apps/details?id=sp0n.citizen&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=sp0n.citizen&hl=pt_BR&gl=US)>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

VISIONMEDIA. *Supertest documentation*. 2022. Disponível em: <<https://www.npmjs.com/package/supertest>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

WIKIMEDIA, F. *Wikipedia*. 2022. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.