

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS**

**CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

***Criminal maps: mapeamento colaborativo de crimes por dispositivos Android***

Denner Azevedo Rocha

Henrique dos Santos Wisniewski

Gabriel Gerber Hornink - orientador

**Alfenas, 2019**

## RESUMO

A criminalidade faz parte do nosso cotidiano, sendo um problema social grave e está presente na maior parte dos lugares. Sistemas de informações georreferenciadas podem contribuir no mapeamento e no alerta da população, viabilizando ações de gestão de risco. O objetivo deste trabalho é desenvolver um aplicativo Android que viabilize a inserção de pontos georreferenciados, pela própria população, por tipo de crime, além de possibilitar filtros de alerta ao usuário por ocorrência na localidade desejada, criando um sistema rápido e eficiente de comunicação de crimes, além da criação de mapas de calor que permitem visualizar a situação de forma geral e pensar em ações para melhorar a situação. Fez-se um levantamento prévio sobre as demandas relacionados à um aplicativo para denúncias de crimes, sendo que a população, de um modo geral, demonstrou interesse em instalar e usar um aplicativo como este. O aplicativo Criminal Maps foi desenvolvido a partir do método de desenvolvimento ágil baseado em Scrum, utilizando-se o Android Studio, principalmente com linguagem java. O aplicativo se baseia no aplicativo AedesMap (MIGUEL et al. 2018), sendo que houve reestruturação do banco de dados (MySQL), criação de novos ícones, além de filtros, o alerta por localidade e a possibilidade de apagar seus próprios dados e denunciar um ponto, com sistema multi-idiomas. O aplicativo passou por avaliação de usabilidade, utilizando as heurísticas de Nielsen, além do rastreamento das funcionalidades de uso pelo Testfairy. O aplicativo será disponibilizado publicamente no Google Play, seguindo as diretrizes de desenvolvimento e distribuição global.

**Palavras-chave:** mapa de criminalidade, georreferenciamento.

## ABSTRACT

Crime makes part of our daily lives, it is a serious social problem that frighten anyone and is present in most places around the world. Georeferenced information systems can contribute warning the population and mapping an area, enabling risk management actions. The objective of this paper is to develop an Android app that enables the collection of georeferenced points by the population itself, by type of crime, as well as allowing crime alerts filtered by the user at his location, making a fast and efficient reporting system for crimes, as well as generating heat maps that can improve the visualization of the local situation helping in the plan of action. A pre-survey was done about the creation of a crime reporting app, the results showed interest of the general public in installing and using an app like this one. The Criminal Maps app was developed using the agile development method similar to Scrum and Android Studio, mainly with java language. It is based on the AedesMap app (MIGUEL et al. 2018), with a modified database (MySQL), the creation of new icons, filters, alerting by location and the possibility of deleting old data and reporting a point, with multi-language system. The app went through usability evaluation using Nielsen heuristics, as well as tracking usage functionality by Testfairy. The app will be public available on Google Play following the global development and distribution guidelines.

**Keywords:** crime map, georeferencing.

## Lista de Figuras

Figura 1	Figura 1: Gráfico de locais onde ocorreram assassinatos em São Paulo. -----	06
Figura 2	Gráfico que demonstra o interesse da população por um aplicativo como o Criminal Maps.-----	11
Figura 3	Box-plot das perguntas do censo online.-----	21
Figura 4	Box-plot das perguntas do censo presencial.-----	22
Figura 5	Tela inicial do Criminal Maps.-----	23
Figura 6	Tela do formulário do Criminal Maps.-----	24
Figura 7	Notificações e formas de posicionamento da Notificação de Endereço.-----	26
Figura 8	Opção de excluir marcadores. -----	27
Figura 9	Box-plot das perguntas do questionário de usabilidade -----	30
Figura 10	Gráfico para a verificação de usabilidade sobre os elementos estáticos.-----	31
Figura 11	Gráfico para a verificação de usabilidade sobre a aceleração da entrada de dados -----	31
Figura 12	Gráfico para a verificação de usabilidade para a comunicação com o usuário-----	32
Figura 13	Gráfico para a verificação de usabilidade sobre a adição de um endereço residencial -----	32

## Sumário

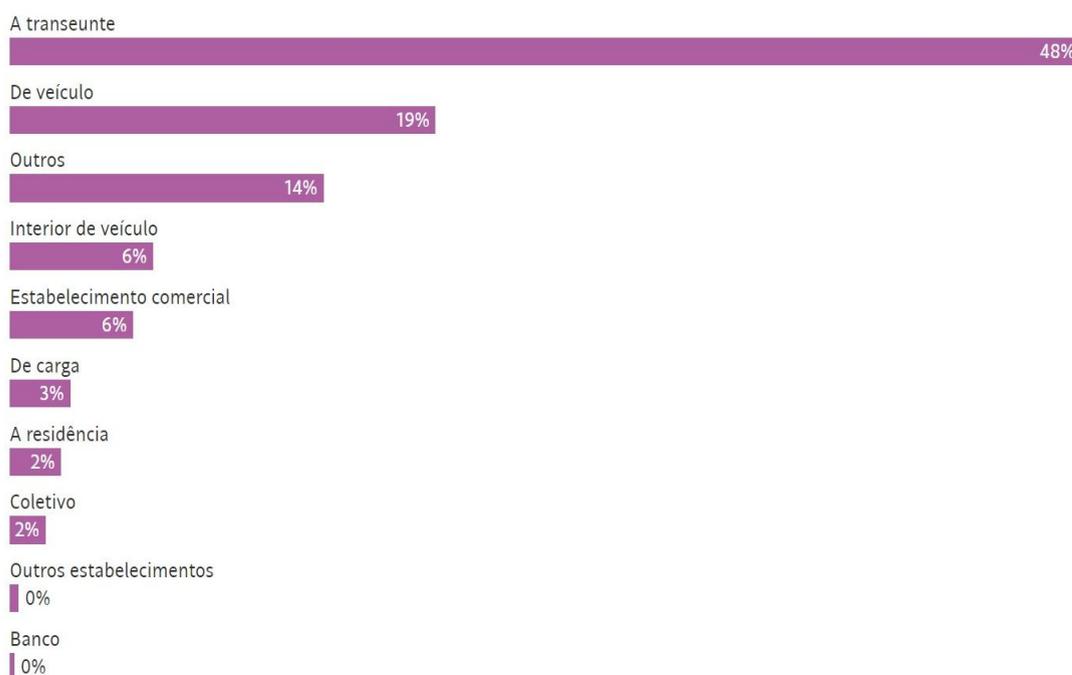
<b>1-</b>	INTRODUÇÃO-----	06
<b>2-</b>	PROBLEMA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO-----	08
<b>3-</b>	OBJETIVO-----	09
<b>3.1-</b>	<u>Objetivos específicos</u> -----	09
<b>4-</b>	MATERIAIS E MÉTODOS-----	10
<b>4.1-</b>	<u>Etapas de desenvolvimento</u> -----	10
<b>4.2-</b>	<u>Levantamento de demandas</u> -----	10
<b>4.3-</b>	<u>Gestão do projeto</u> -----	11
<b>4.4-</b>	<u>Desenvolvimento</u> -----	12
<b>4.5-</b>	<u>Produtos similares</u> -----	15
<b>4.6-</b>	<u>Diferenciais a serem alcançados</u> -----	16
<b>4.7-</b>	<u>Avaliação de usabilidade</u> -----	17
<b>4.8-</b>	<u>Avaliação MIS</u> -----	20
<b>5-</b>	RESULTADOS E DISCUSSÕES-----	21
<b>5.1-</b>	<u>Censo</u> -----	21
<b>5.2-</b>	<u>Melhorias no desenvolvimento do aplicativo</u> -----	23
<b>5.3-</b>	<u>Usabilidade</u> -----	28
<b>5.3.1</b>	<u>Método de inspeção semiótica</u> -----	28
<b>5.3.2</b>	<u>Avaliação do checklist</u> -----	29
<b>6-</b>	CONSIDERAÇÕES FINAIS-----	32
	REFERÊNCIAS -----	36

APÊNDICES----- 37

## 1 Introdução

A criminalidade faz parte do dia a dia do brasileiro, sendo um grave problema para a sociedade. Ela está presente em vários lugares, sendo inevitável viver uma cidade que não ocorra crimes como discutido por Batomski et al. (2017). Esse estudo foi realizado com base em Chicago em 2017 (BATOMNSKI et al., 2017), mas pode se abranger a outros grandes centros urbanos, como São Paulo e Rio de Janeiro e até mesmo em cidades menores.

Uma pesquisa feita entre janeiro e novembro de 2018 pela Secretaria Pública de São Paulo (Secretaria da Segurança Pública, 2018), mostrou que 48% dos assassinatos em São Paulo ocorreram durante a locomoção a pé da vítima. Outros locais de assassinatos também podem ser analisados segundo o gráfico da **Figura 1**.



\* Dados se referem ao período de janeiro a novembro de 2018.

Fonte: Secretaria da Segurança Pública de São Paulo

**Figura 1: Gráfico de locais onde ocorreram assassinatos em São Paulo.**

Um fator que pode ocasionar um aumento na criminalidade seria as inter-relações pessoais entre membros envolvidos com o crime vivendo em

diferentes bairros (BATOMNSKI et al., 2017). Uma tática intuitiva adotada em pequenas comunidades de forma a prevenir a incidência de crimes seria o estabelecimento de redes de confiança entre vizinhos de forma a compartilhar informações sobre a possível ocorrência de crimes (BATOMNSKI et al., 2017). No entanto, em grande centros essa estratégia pode encontrar grande dificuldade, mas uma outra forma de suprir essa necessidade é a proposta de uma rede de informações impessoal em que grande parte da população tem acesso através do desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis, que fornece dados de ocorrência de crimes.

Destaca-se na sociedade o aumento do uso de dispositivos móveis nos últimos anos, principalmente pela facilidade em adquirir *tablets* ou *smartphones* com a diminuição de seus preços e diversidade de funcionalidades (ANATEL, 2019). Outro fator relevante é a grande aceitação da população para ferramentas de *software* que gerenciam informações sobre crimes georreferenciados a partir de uma abordagem colaborativa do cidadão (UNEMI, 2019).

Fez-se uma pesquisa no *Google* e na *Google Play Store*<sup>1</sup> por aplicativos que atendessem a essa proposta, as pesquisas foram "Mapas de crimes", "Denúncia de crimes", "Localização de crimes", e instalamos diferentes versões em nossos celulares para que pudéssemos fazer uma análise e surgiram alguns como o Mapa do crime, Risk Ahead, entre outros, mas nenhum possui o complemento das funcionalidades de Filtros de diferentes crimes, mapa de calor, região ilimitada, e com diferentes linguagens. Dessa forma, surgiu a ideia de criar o aplicativo Criminal Maps que demarca os locais que crimes foram cometidos e notifica o usuário, para que ele possa ter ciência e evitar certos tipos de lugares, conseqüentemente, evitar de que um crime possa ocorrer com ele, além de apresentar um mapa de calor enfatizando os locais com maiores ocorrências de crimes e, também, que seja internacionalizado.

O aplicativo Criminal Maps utilizou como base o aplicativo AedesMap (MIGUEL et al. 2018), que possibilita a criação e visualização de registros de casos das doenças Dengue, Zika e Chikungunya, além de focos do mosquito *Aedes aegypti*, possibilitando a geração de mapas de calor/dispersão. Mapa de calor é um conceito emergido na década de 70 e 80, usado para dados de termografia relacionados à temperatura que, em muitos casos, gera imagens

---

<sup>1</sup> <https://play.google.com>

coloridas e se tornaram cada vez mais populares para a exibição de dados ricos em informações em duas e três dimensões (BABICKI et al. 2016). Para a interpretação de conjuntos de dados em larga escala, é crucial que os dados sejam classificados e visualizados adequadamente. Os mapas de calor são uma opção eficaz e eficiente para processar diversos conjuntos de dados espaciais no SIG (Sistema de Informação Geográfica) por meio de análise de agrupamento que procura e unifica valores semelhantes .

Dado esta base, o Criminal Maps irá gerar este mapa de calor de acordo com os dados de crimes inseridos pela própria população da cidade, fornecendo informações estratégicas para poder evitá-los. Caso alguém tenha sofrido ou presenciado um crime, esse pode acessar o aplicativo em qualquer plataforma e relatar o ocorrido. Sendo assim, esta informação irá para o banco de dados e será divulgada, em tempo real, para todas as pessoas que possuírem o aplicativo, assim como um alerta ativável, caso alguém esteja muito próximo do local.

Desta forma, o Criminal Maps poderá contribuir para que seus usuários se sintam mais seguros, seja na própria cidade ou até mesmo em cidades onde eles não conhecem a região e não saberiam que ruas/bairros evitar. Além disso, é uma forma que as pessoas que sofreram ou testemunharam crimes, ajudar a comunidade a não passar pela mesma situação.

## **2 Problema de pesquisa e desenvolvimento**

Nos últimos anos houve um grande crescimento no índice de criminalidade no Brasil (PINTO et al. 2018) e a população não possui uma forma prática de verificar quais são os lugares mais perigosos em sua cidade, com essa informação é possível evitar esses locais, assim diminuindo a chance de qualquer tipo de ocorrência.

Em países em desenvolvimento há uma desigualdade muito grande entre homens e mulheres, onde elas ainda são vistas como inferiores, o que causa com que elas sejam alvo de criminosos, um grande exemplo é a Índia que possui altos índices de homicídios e violência sexual contra as mulheres, um aplicativo que possa informar locais perigosos ajudaria a reduzir os crimes e deixar as mulheres e garotas mais seguras (MANAZIR; RUBINA, 2019).

A partir de um levantamento prévio *online*, verificou-se que há muitas pessoas interessadas em saber os locais mais perigosos para elas possam ser evitados, assim como serem avisados quando acontecer um roubo próximo de si ou próximo de suas residências.

Com esses temas em mente, o aplicativo AedesMap (MIGUEL et al. 2018) que possui muitas das características necessárias, foi convertido, para ser utilizado em vez de denunciar locais com focos de dengue, denunciar locais onde ocorreram crimes, foi necessário mudar o banco de dados, pois cada aplicativo armazena informações diferentes, o que torna a estrutura criada não adequada, sendo que os filtros pré-existentes no Aedes Map foram alterados para o tema de criminalidade e assim adicionando novos filtros, além dessas estruturas, também precisamos desenvolver uma forma de alertar o usuário com base em sua localidade ou em uma local salvo anteriormente.

### **3 Objetivo**

Construir e avaliar a usabilidade de um aplicativo para sistema de mapeamento colaborativo de crimes a partir do software pré-existente AedesMap®.

#### **3.1 Objetivos específicos**

1. Identificar as classes dos principais crimes;
2. Adaptar o aplicativo Aedes Map para a função crimes;
3. Implementar melhorias no sistema, focando no monitoramento de crimes;
4. Avaliar a usabilidade do aplicativo.

## **4 Materiais e métodos**

### **4.1 Etapas de desenvolvimento**

- Compreender e estudar a estrutura do aplicativo Aedes Map;
- Converter a ferramenta para a denúncia de crimes;
- Alterar o banco de dados para armazenar dados dos crimes;
- Verificar quais principais crimes e quais incluir no aplicativo;
- Adicionar filtros para tipo de crimes;
- Implementar notificação para crimes na localidade;
- Implementar função de apagar ponto pelo próprio criador;
- Implementar função de denúncia de ponto de outros;
- Avaliar a usabilidade do aplicativo.

### **4.2 Levantamento de demandas**

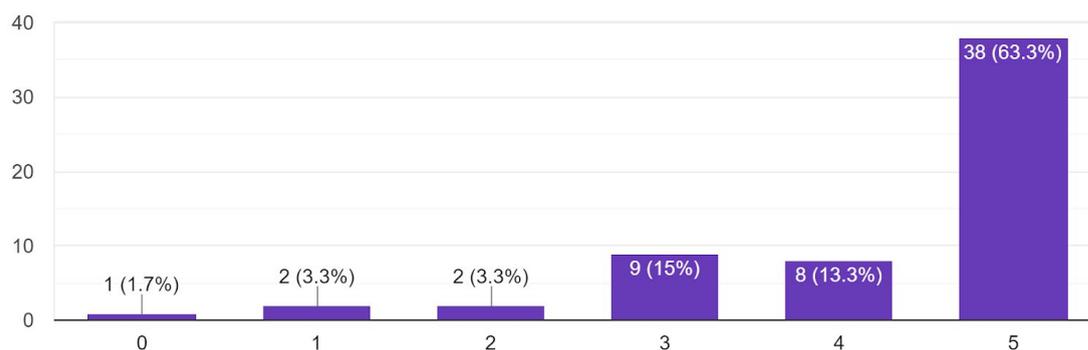
Para a análise do que seria viável para o desenvolvimento do aplicativo, criou-se um formulário (Apêndice A) com cinco questões para avaliar qual o interesse das pessoas em utilizar um aplicativo para a denúncia de crimes, caso existisse um aplicativo como o Criminal Maps. Este formulário poderia ser respondido com um número de 0 a 5, sendo que 0 representa "Não usaria" e 5, "Usaria". O formulário foi divulgado nas redes sociais para que um número maior e mais heterogêneo de pessoas tivessem acesso a ele e dar uma margem grande de respostas a serem analisadas.

Após a realização do questionário, as perguntas mais relevantes foram levadas às ruas, levantando um senso comum/demanda entre as pessoas do cotidiano e sua opinião sobre a importância, utilidade e se usariam um aplicativo com este propósito. Desta forma, seria possível ver com bastante clareza se era viável o desenvolvimento deste projeto.

Com 60 respostas obtidas pelo questionário enviado nas redes sociais, obteve-se um retorno positivo em todas as perguntas, concluindo-se que o aplicativo seria bem utilizado pela população, como expresso na **Figura 2**. Na questão aberta, na qual se perguntou sobre sugestões de outros crimes que o aplicativo poderia abranger, pode-se observar que muitas pessoas gostariam de receber notificações de crimes mais graves como homicídio, estupro, discriminação, entre outros, portanto, este ainda é um assunto que deve ser discutido ao decorrer do desenvolvimento, pois deixar de forma explícita tais acontecimentos podem tanto cativar, quanto afastar usuários do aplicativo, por se sentirem desconfortáveis.

Você usaria um aplicativo que indica locais de crimes ocorridos na cidade?

60 respostas



**Figura 2:** Gráfico que demonstra o interesse da população por um aplicativo como o Criminal Maps.

Já o questionário disponibilizado para o senso, obtivemos 33 respostas, também com a maioria sendo positiva em relação ao aplicativo.

### 4.3 Gestão do projeto

Desenvolveu-se o projeto a partir de adaptações no método de desenvolvimento ágil *Scrum* (Sutherland; Schwaber, 1995), possibilitando uma produtividade alta e progressiva para o projeto, dado o tempo limitado exigido, sem toda a estrutura exigida no método tradicional de *Scrum*.

O desenvolvimento ágil enfatiza a entrega de *software* funcional em vez de uma documentação abrangente, a interação com o cliente (usuários do Criminal Maps), sendo essa mais importante que processos e ferramentas e responder a mudanças em vez de seguir o plano, pois no desenvolvimento de software tudo pode mudar repentinamente.

O Scrum divide o projeto em *sprints*, as *sprints* são entregues em ciclos de tempo, sendo normalmente mensal. As funcionalidades a serem implementadas no projeto são mantidas em uma lista chamada *Product Backlog*, no início de cada *sprint* é feita uma reunião de planejamento na qual o cliente especifica a prioridade das funcionalidades, a equipe escolhe da lista tarefas que acha capaz de finalizar até o final da *sprint* e adiciona essas tarefas em outra lista chamada de *Sprint Backlog*.

#### **4.4 Desenvolvimento**

O projeto foi desenvolvido a partir da ferramenta *Android Studio*, utilizando Java como linguagem principal. Utilizou-se o MySQL para a implementação do banco de dados, uma vez que Aedes Map (MIGUEL et al. 2018) utiliza essas ferramentas, tornando a conversão do aplicativo mais viável.

O desenvolvimento ocorreu a partir do código fonte do aplicativo Aedes Map, modificando todas suas funcionalidades a partir do Android Studio, para que ele fique de acordo com os objetivos atuais. Desta forma, possibilitou-se utilizar o mapa de calor pré-existente com outro propósito, o de mapear as maiores áreas de risco da cidade. Assim como os filtros de tipos de praga, que foram modificados para os tipos de crimes que o aplicativo estará disposto a relatar.

A primeira etapa consistiu na instalação para uso local do Aedes Map na máquina local, quando se fez a primeira alteração, sendo essa a reestruturação do banco de dados, pois o banco de dados antigo não salva todas as informações necessárias, como o tipo de crime, a data e hora da ocorrência.

Com a alteração das tabelas criadas, tornou-se necessário alterar os arquivos PHP, responsáveis pela comunicação entre o banco de dados e o

aplicativo Android. Para fazer o aplicativo conectar no banco, alteraram-se os comandos SQL, trocando os nomes da tabela e dos campos.

Em sequência, criaram-se novos marcadores para os crimes, sendo eles os marcadores de Furto, Assalto e Outros,, deixando de uma forma mais genérica justamente pelo motivo de não deixar o usuário desconfortável em comunicar algum crime, como estupro Com os marcadores prontos, substituímos marcadores de mosquitos do Aedes Map.

O formulário também foi alterado para demarcar a ocorrência de um crime, tanto o seu conteúdo quanto a sua estética. Para podermos receber informações dos crimes como o endereço do ocorrido e a data e o horário do crime.

O sistema de notificação está distribuído em três partes, sendo elas o servidor PHP do Criminal Maps, o servidor da Google a partir do *Firebase Cloud Messaging*<sup>2</sup> e um serviço rodando no *background* do dispositivo android. O sistema todo é baseado no servidor do google que auxilia na comunicação entre a sua aplicação e o seu servidor, de uma forma rápida e eficiente, pois o dispositivo não necessita ficar com uma conexão constante com o servidor.

O servidor PHP, quando uma nova denúncia chega, ficou responsável por salvar o crime na base de dados e enviar uma mensagem para o Firebase contendo um JSON que possui a coordenada do novo crime. Esse envio de mensagem é feito utilizando a função cURL do próprio PHP.

O Android possui um serviço que automaticamente fica em modo espera e caso o servidor do Firebase possua uma nova mensagem o serviço é acordado recebendo o JSON passado pelo servidor PHP. Esse serviço tem a capacidade de realizar operações pequenas que demorem no máximo 10 segundos.

Como a localização do novo crime foi passada pelo JSON o serviço pode pegar a última posição conhecida do usuário e a compara com as coordenadas passadas, e se a distância entre os dois pontos for menor que a distância de alerta informada pelo usuário o serviço dispara uma notificação para o usuário. A mesma coisa pode ser feita em relação ao endereço de notificação salvo pelo usuário.

---

<sup>2</sup> <https://firebase.google.com>

Além disso, a interface do aplicativo foi padronizada em todas as telas do aplicativo, a cor base foi alterada, os botões de salvamento e cancelamento que foram alterados para o padrão do Android de forma com que os usuários fique mais familiarizado e também alteramos o ícone do aplicativo. Tudo para o Criminal Maps incorporar sua própria imagem. Utilizando os conceitos de usabilidade, conseguimos fazer com que o aplicativo se tornasse mais prático possível para o entendimento e manuseio.

Uma ideia para o projeto é ser multiplataformas, ou seja, ser funcional tanto em *smartphones*, quanto na web, para facilitar a notificação de crimes quando ocorrerem e aumentar a credibilidade do aplicativo, assim como sua veracidade. Desta forma, as notificações irão para o banco de dados que foi implementado para acolher os determinados tipos de crimes e retornar as informações corretas para os demais usuários que utilizem o aplicativo. No momento o foco é em criar um aplicativo android visto que os smartphones possuem um base maior de usuário, está sendo implementado apenas uma forma básica de visualização dos dados através do navegador, deixando em aberto para trabalhos futuros.

Novas funções foram adicionadas, como a opção de um usuário marcar um local específico para que consiga receber notificações de crimes próximo a este local, dando a oportunidade de um usuário poder viajar e ainda assim ficar por dentro do que ocorre nas proximidades de sua casa e também para tomar medidas preventivas caso ocorra algum incidente. Além disso, outra funcionalidade seria a opção de alerta, na qual o aplicativo informará em forma de som ou de vibração que ocorreu algum crime recentemente em um raio a escolha do usuário, desta forma evita de que ele continue em um caminho perigoso e que o incidente também ocorra com ele.

#### **4.5 Produtos similares**

Procuramos aplicativos utilizando palavras chave como "crime", "mapa", "denunciar crime" a partir da *play store* do google, sendo que alguns aplicativos não permitiam nos utilizarmos por causa já que estávamos fora da sua área de

atuação, esses aplicativos não puderam ser avaliados por não ser possível criar conta, os demais aplicativos encontrados foram avaliados.

Para avaliar os aplicativos criamos uma conta nos aplicativos que possuem esse recurso para ter uma experiência o mais próxima de um usuário, para testar os crimes denunciados procuramos crimes em quatro cidades, São Paulo, Vancouver (*Stay Alert*), Nova York e Londres.

Ativamos o filtro por tipos de crimes para facilitar a visualização em áreas violentas, nem todos os aplicativos obtiveram sucesso nessa etapa pois alguns não apresentavam filtros entre as suas funcionalidades. Nos poucos aplicativos que suportam mapa de calor utilizamos a função para tentar gerar o mapa com o filtro ativo.

Entre os aplicativos avaliados (**Apêndice B**), encontrou-se um aplicativo brasileiro chamado Mapa do crime, esse aplicativo possui uma interface simples, com apenas o mapa, uma barra de busca no canto superior esquerdo e um filtro no canto superior direito, e na parte inferior do aplicativo um botão para denunciar os crimes, porém houve problemas para escolher o local onde ocorreu o roubo, pois não é possível selecionar no mapa, somente inserindo endereço, e o aplicativo não gera mapa de calor com os dados coletados, o mesmo também não possui um sistema de login.

No mercado internacional, encontraram-se diversos aplicativos, entre eles o *Crime Map*, um aplicativo britânico, que entre todos tem o pior tempo de carregamento, o aplicativo não possui problemas de usabilidade, no entanto, não possui mapa de calor e está limitado a Grã-Bretanha.

Há também o aplicativo AMProtect, que é o mais simples de todos, possuindo apenas a função de denunciar crimes, esse como os outros estrangeiros está apenas localizado para o inglês. Entre todos os aplicativos, o melhor encontrado foi o Risk Ahead, esse aplicativo possui várias funcionalidades, entre elas o mapa de calor a possibilidade de criar contas, inclusive recompensando os usuários que denunciam crimes com pontos, o aplicativo está localizado em várias línguas e entre elas português Brasil, o único recurso que o app não possui é um filtro para os tipos de grupo.

Entre todos os apps analisados, o que possui mais dados é o *Stay Alert*, que é um aplicativo de Vancouver que, diferente de todos os outros aplicativos, não possui uma forma de denunciar crimes, no entanto os dados utilizado são os próprios dados da polícia de Vancouver, o aplicativo deixa o usuário ter acesso às informações de todos os crimes da região e a partir desses dados aplicativo gera um mapa de calor, outra funcionalidade é a de ser notificado quando um novo crime entrar no banco de dados do aplicativo.

Encontrou-se um artigo que descreve o aplicativo *Safe Paths* (PÉREZ VIZCARRA et al, 2019), que possui o mesmo propósito dos anteriores, porém, ele gera o caminho mais seguro para percorrer a partir dos dados de crime. Entre os diferenciais que esse aplicativo não possui é o mapa de calor, porém para compensar isso, ele possui uma forma de informar ao usuário qual a frequência dos crimes em uma rua específica.

#### **4.6 Diferenciais para serem alcançados**

##### **- Em funcionalidades:**

- Filtro de crimes: O aplicativo possui uma forma de filtrar os crimes encontrados no banco de dados, assim o cidadão pode filtrar por tipo ou por tempo do marcador.
- Mapa de calor: Com o mapa de calor o usuário pode visualizar mais facilmente quais as áreas que ele deve evitar.
- Alerta de crimes nas proximidades: A partir de uma notificação no celular e com base na localização do usuário o aplicativo alerta quando ocorrer um crime próximo do usuário.
- Multi Idioma: O aplicativo possui suporte a outros idiomas, o que facilita a denúncia de crimes por turistas, assim como possibilita o uso por usuários de outros países quiserem utilizar do aplicativo.

##### **- Em usabilidade:**

- Facilidade de aprendizado: O aplicativo tem grande parte das opções visíveis ou no menu de hambúrguer ()
- Eficiência na utilização: O usuário consegue realizar tarefas em poucos clicks.
- Facilidade de lembrança: A interface segue a padrões estabelecidos para android, como o menu hambúrguer, entre outros.
- Pequena exposição a erros: Os formulários e inputs dos usuários são protegidos, caso o usuário tente inserir uma informação inválida.
- Utilização agradável: O usuário se sente satisfeito ao interagir com o sistema.

#### **4.7 Avaliação de usabilidade**

Com a evolução da tecnologia se tornou importante criar interfaces de fácil utilização pelos usuários e o pioneiro nesse assunto foi Jakob Nielsen (1994,1995). Nielsen foi responsável por criar 10 princípios de usabilidade que devem ser seguidos, para garantir que o sistema possui uma boa experiência para os usuários. Entre os princípios estão:

**Visibilidade do estado do sistema:** O sistema deve sempre manter o usuário informado de seu estado, se ele está carregando ou se ocorreu um erro.

**Correspondência entre o sistema e o mundo real:** A interface deve utilizar ícones como o de uma lixeira para excluir ou a forma de navegar, que pode mudar entre as culturas.

**Liberdade de controle:** O usuário deve ter o controle e a liberdade de fazer o que quiser no sistema, ou seja o sistema deve sempre recomendar-lo a fazer uma ação, mas nunca obrigá-lo.

**Consistência de padrões:** A interface sempre deve manter o mesmo padrão, ou seja em todas as telas da aplicação o aplicativo deve utilizar a mesma imagem para botão que realizam a mesma tarefa.

**Prevenção de erros:** O sistema deve sempre sugerir ou evitar que o usuário cometa erros, como por exemplo em um campo que o usuário insere o cpf aceitar apenas números.

**Reconhecimento em vez de memorização:** O sistema deve estar dentro de padrões o que facilita para que novos usuário utilizem o aplicativo, pois não vai ser necessário eles aprenderem tudo de novo.

**Flexibilidade e eficiência:** O usuário de a liberdade de poder realizar a mesma tarefa de mais de uma forma diferente, e ele tem que realizar a tarefa na menor quantidade de tempo e navegação.

**Design minimalista:** A interface não pode exagerar na quantidade de informações são exibidas na tela e mostrar apenas as informações essenciais.

**Ajudar usuário a recuperar-se de erros:** O usuário mesmo com prevenção a erros pode acabar errando por isso o sistema deve se recuperar do erro, e identificar ao usuário onde que ele errou.

**Ajuda e documentação:** Mesmo que o sistema esteja bem construído os usuário podem ter dúvida sobre certos aspectos do programa, por esse motivo o sistema deve sempre oferecer documentação e ajuda caso o usuário precise ou queira aprender algo mas específico sobre o sistema.

Nielsen também criou métodos de para avaliar a usabilidade, como estudo de usabilidade em laboratório, teste A/B, teste de conceito, questionários entre outros. Os métodos utilizados foram, o método de inspeção semiótica(MIS), que consiste de 3 a 5 especialistas que se passam por usuário para encontrar problemas de usabilidade (DE SOUZA; LEITÃO, 2009), o método de *checklist* que consiste em criar um questionário, construído a partir de análises feitas anteriormente no MIS, e um percurso, o qual será realizado por um usuário, e ao fim deste o usuário responde um questionário e o mapa de calor que é gerado a partir do uso do aplicativo pelos usuário, assim temos uma representação visual para a análise de padrões da interação do usuário (GRIGERA et al., 2017).

O questionário passou por validação, a partir de pré-teste com usuários que possuem conhecimento de usabilidade, fez-se o cálculo do Alpha de Cronbach (CRONBACH et al, 1972); (ALMEIDA D., 2010), que mede a interação entre as perguntas do teste.

As avaliações de usabilidade têm que ser feitas baseando-se em dados concretos, que demonstram como foi a utilização do aplicativo pelo usuário (PINHEIRO, 2019), por esse motivo que para ajudar a complementar a análise utilizamos softwares voltados para analisar usabilidade, entre eles estão o Hotjar (HOTJAR, 2019) que é uma ferramenta utilizada na geração de mapas de calor através de um script que é integrado ao software. O TestFairy também foi utilizado na avaliação, ele é capaz de medir o desempenho dos dispositivos que estão rodando o aplicativo e também gravar e enviar erros ocorridos na utilização do aplicativo.

Alguns outros métodos de usabilidade também utilizados na literatura são o *Think Aloud*, que traduz como pensando em voz alta e consiste do usuário realizar as ações no programa e ao mesmo tempo falar o que está fazendo e pensando, e o *Focus Group* que faz com que os examinadores se juntem e reflitem juntos quais os problemas de usabilidade que o programa possui (CALLE-JIMENEZ T., 2019).

#### **4.8 Avaliação MIS**

Aplicou-se o Método de Inspeção Semiótico (MIS), com dois profissionais da ciência da computação, com o objetivo de realizar a denúncia de crimes e configurar as notificações por proximidade. O cenário descrito como um problema no qual o aplicativo se encarrega de resolver é o seguinte:

Uma pessoa deseja viajar para sua cidade natal, mas tem medo de deixar sua casa sozinha e gostaria de ser avisada caso os índices de assaltos ou furtos aumentassem perto de sua residência, de modo que ela possa se atentar com a segurança ou adiar a viagem, dependendo da gravidade das ocorrências. Dessa forma, ela pode usar o aplicativo Criminal Maps, para que ele possa avisá-la destes perigos. A pessoa deve apenas inserir seu endereço residencial e ativar as notificações. Em contrapartida, caso a viagem ocorra, a pessoa não sabe qual é o

caminho mais seguro da rodoviária até a casa de seus parentes. Assim, ela consegue acessar um mapa de calor do Criminal Maps para que possa ver quais locais deve evitar para que possa chegar em segurança a seu destino

Dessa forma, há cinco etapas que devem ser analisadas, e são elas:

- 1) Analisar os signos metalinguísticos.
- 2) Analisar os signos estáticos.
- 3) Analisar os signos dinâmicos.
- 4) Contrastar e comparar as mensagens de metacomunicação.
- 5) Avaliar a comunicabilidade do sistema.

Ao fazer a análise dos signos metalinguísticos, objetiva-se analisar a documentação do aplicativo, verificar se ele possui dispositivos de ajuda, mensagens de erros, avisos no geral para que o usuário não se perca ou tenha dúvidas no momento em que estiver utilizando-o.

A análise dos signos estáticos se refere a identificação de todos elementos estáticos da interface do aplicativo com o usuário. Na análise dos signos dinâmicos, deve-se atentar à toda parte iterativa do aplicativo, de forma que possibilite-se identificar com facilidade seu comportamento e suas possibilidades de interação.

Ao contrastar e comparar as mensagens de metacomunicação, deve-se avaliar os resultados das três etapas anteriores e relatar possíveis casos que podem vir a ocorrer com o usuário.

E por fim, avalia-se a comunicabilidade do sistema. O método MIS envolve o avaliador que deve se colocar no lugar do usuário e fazer uma ação pré definida, onde o avaliador deve analisar cada item da interface para que o usuário complete a tarefa. Para que isso pudesse ser feito, os avaliadores seguiram as mesmas instruções descritas para o teste de usabilidade.

Ao avaliar essas etapas, tem-se a percepção de como está a qualidade da interface do sistema, viabilizando-se identificar ambiguidades e inconsistência e demais problemas de comunicação do usuário e aplicativo.

## 5 Resultados e Discussões

### 5.1 Censo

Apresenta-se na Figura 3 os resultados obtidos do censo online, onde as perguntas escolhidas são as apresentadas no Apêndice A. Apresenta-se no box-plot os resultados gerados das respostas das pessoas que se interessaram responder, indicando-se a médias e os desvios padrões. Pode-se indicar que a maioria das pessoas usaria um aplicativo que indica locais de crimes, assim como gostariam de ser notificadas caso ocorra um crime por perto.

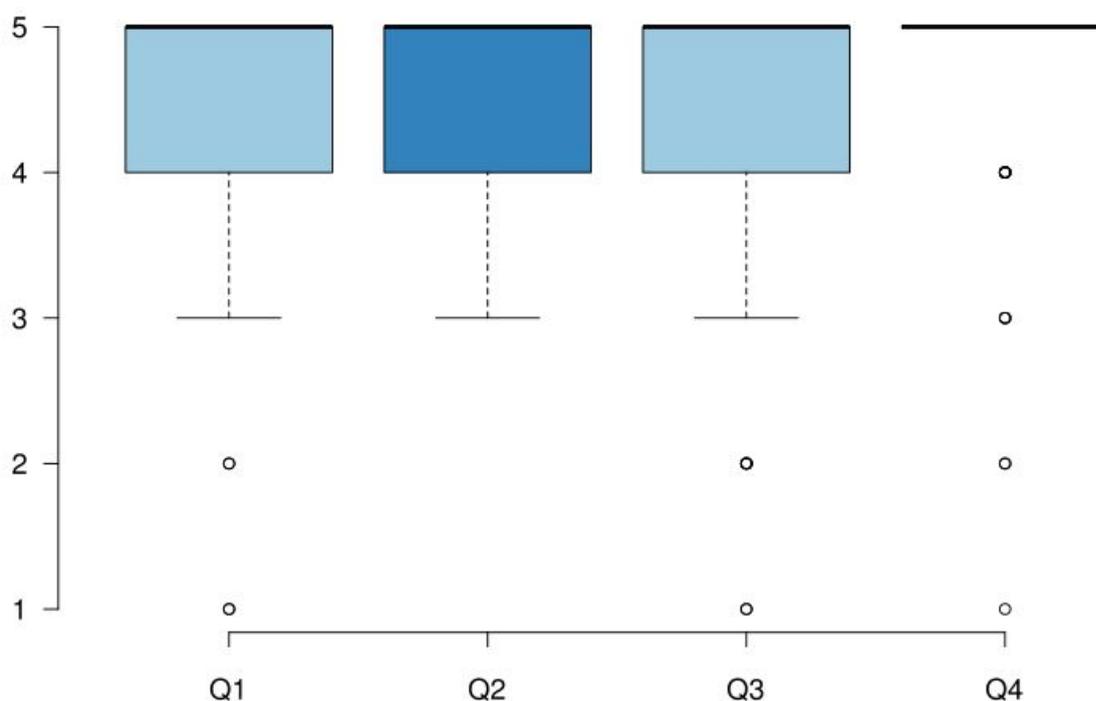
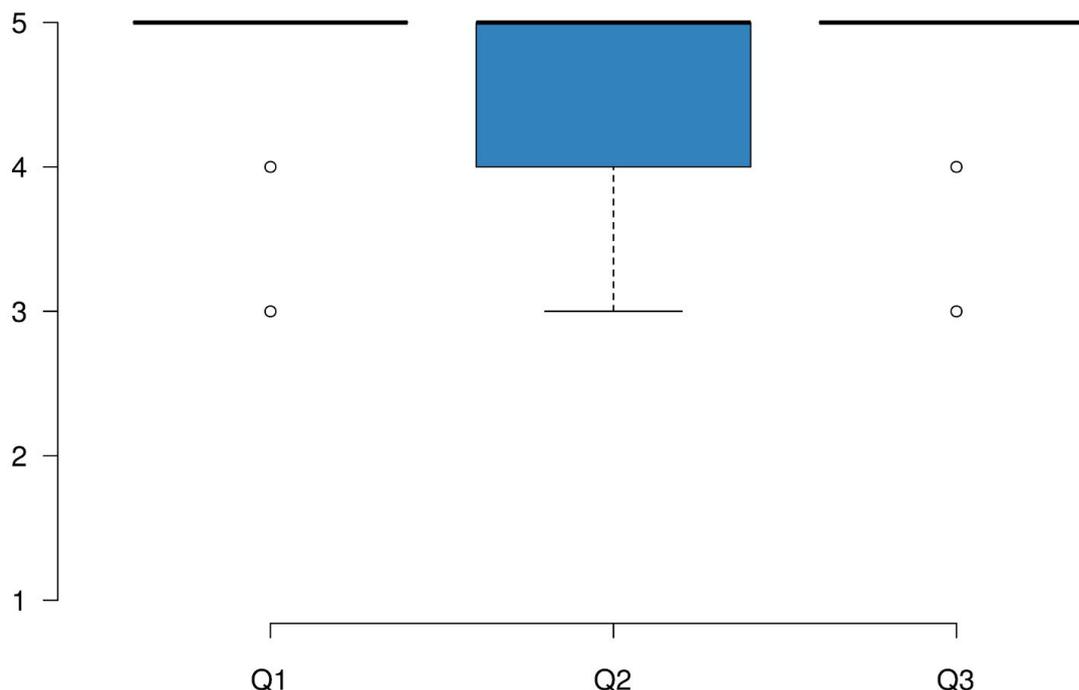


Figura 3: Box-plot das perguntas do censo online.

Apresenta-se na Figura 4 mais resultados obtidos do censo presencial, onde as perguntas escolhidas das apresentadas no Apêndice A, foram: "Você usaria um aplicativo que indica locais de crimes ocorridos na cidade?", "Caso você sofresse um assalto ou furto, qual probabilidade de você informar o local

em um aplicativo? (sem seus dados)” e “Você usaria uma função de alertas para ser notificado sobre furtos ou assaltos em sua proximidade?”.

Optou-se por diminuir o tamanho questionário para tomar menos tempo das pessoas que estivessem disposta a respondê-lo. O box-plot apresenta os resultados das perguntas respectivamente, como o anterior. Podemos analisar que, o interesse das pessoas nesse tipo de aplicativo continua o mesmo.



**Figura 4: Box-plot das perguntas do censo presencial.**

## 5.2 Melhorias no desenvolvimento do aplicativo

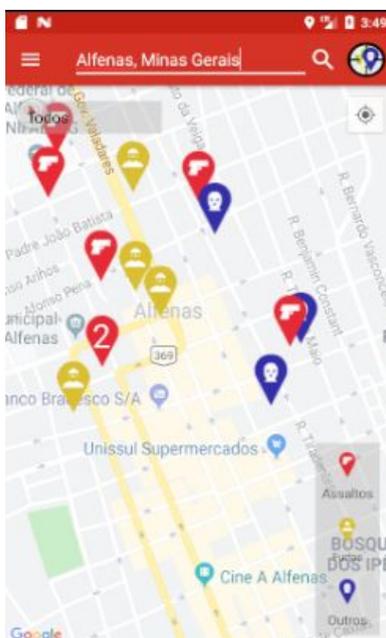
O primeiro passo para adaptação do AedesMap (MIGUEL et al. 2018) para o Criminal Maps foi a criação de um novo banco de dados. Os novos campos implementados foram: o tipo de crime da denúncia (armazena no banco um *character* para cada tipo de crime); data e hora da ocorrência do crime. Retiraram-se os campos de data de nascimento e o sexo do usuário, uma vez que esses dados que não seriam mais utilizados.

Alteraram-se os arquivos php, criaram-se os arquivos “salva\_crimes.php”, “envia\_crimes.php” e “deleta\_crimes.php”, os dois primeiros baseados em arquivos pré-existentes do AedesMap (MIGUEL et al. 2018), porém com as

tabelas e os campos do banco de dados diferentes. Adicionou-se também no arquivo "salva\_crimes.php" uma função que ao receber a nova denúncia, após salvar no banco de dados, faz com que o servidor envie um JSON para os servidores da Google.

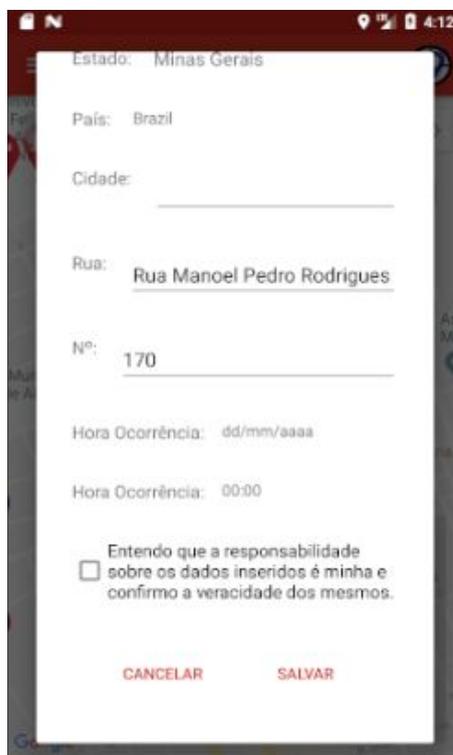
Para conseguir excluir os pontos adicionado pelos usuário, criou-se um arquivo que deleta do banco de dados o ponto selecionado pelo usuário e, antes da exclusão ser feita, o servidor verifica se o usuário condiz com o dispositivo salvo no banco de dados.

Para melhorar o Criminal Maps, padronizou-se os elementos e as páginas, usando as aplicações da Google como referência. Alteraram-se os marcadores, tanto a sua forma, para mais arredondada como é os do Google Maps, quanto no ícone que representa cada tipo de crime. A junção de dois marcadores ou mais geram os *clusters*, que também tiveram a coloração de seus números alteradas para branco, para melhor visualização em contraste com a cor do marcador, e também aumentou-se seu tamanho (levemente aumentado).



**Figura 5: Tela inicial do Criminal Maps.**

Em comparação ao aplicativo AedesMap (MIGUEL et al. 2018), base para construção do Criminal Maps, houve a necessidade de alterar a estrutura que não era conveniente para este projeto. Na interface, padronizou-se as cores padronizadas com branco, vermelho e preto. Alteram-se os botões para se tornarem mais familiares aos usuários, por exemplo, opção de salvar a direita e cancelar a esquerda, com a identificação com texto simples, sem a utilização de imagens extrapolantes que não condizem com o objetivo. No questionário, inseriram-se novos campos inseridos: tipo de crime da denúncia; data e hora da ocorrência do crime. Além disso, retiraram-se os campos de data de nascimento e o sexo do usuário, da mesma forma que foi feito no banco de dados.

A screenshot of a mobile application form titled 'Criminal Maps'. The form is displayed on a white background with a dark red header. The fields are as follows: 'Estado: Minas Gerais', 'País: Brazil', 'Cidade:' followed by an empty text input field, 'Rua: Rua Manoel Pedro Rodrigues', 'Nº: 170', 'Hora Ocorrência: dd/mm/aaaa', and 'Hora Ocorrência: 00:00'. Below these fields is a checkbox with the text 'Entendo que a responsabilidade sobre os dados inseridos é minha e confirmo a veracidade dos mesmos.' At the bottom, there are two buttons: 'CANCELAR' on the left and 'SALVAR' on the right, both in red text. The top status bar shows the time as 4:12.

**Figura 6: Tela do formulário do Criminal Maps.**

A tela de ativação de notificações, encontrada no menu lateral, também foi construída a partir da padronização do Google, sendo possível marcar um local de segurança a partir dessa tela, assim como pelo atalho (similar ao processo de

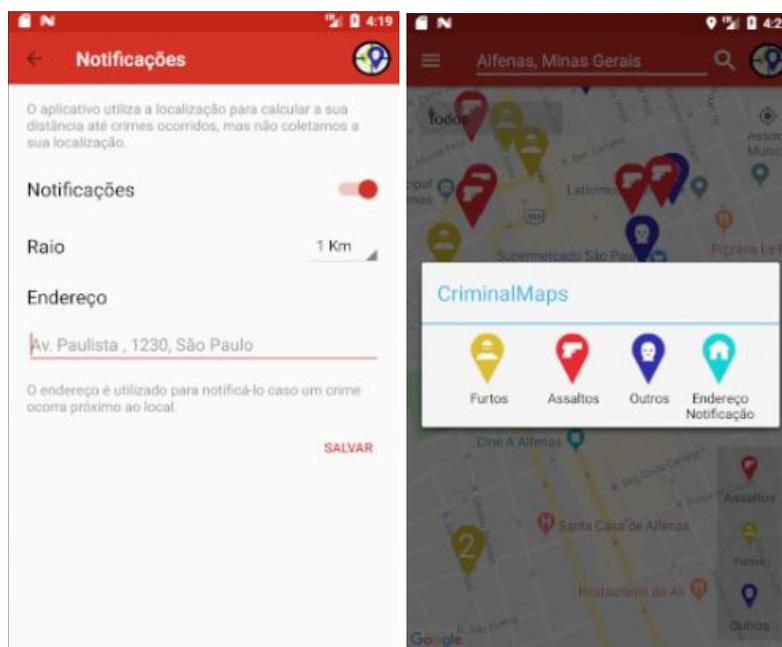
inserir novos marcadores). Logo, espera-se que o usuário consiga achar essa opção com maior facilidade, em termos de usabilidade.

Para o usuário ativar as notificações, ele deve encontrar a opção no menu, outra estrutura criada para este novo aplicativo. Em “Notificações” o usuário consegue tanto ativar e desativar as notificações, quanto definir um raio em que ele queira que elas possam aparecer. Por padrão, o aplicativo seta 1 Quilômetro, porém pode ser facilmente alterado. Assim, o próprio usuário consegue delimitar o seu limite de segurança.

Ainda em Notificações, tem disponível a opção de demarcar um local para utilizar a geolocalização, onde o usuário pode colocar seu endereço como por exemplo a sua residência, e um marcador ficará visível apontando o local, onde o usuário também será notificado quando qualquer crime que ocorrer nas redondezas deste local.

O servidor envia notificações para os usuário toda vez que ocorre uma denúncia de um crime, para isso, o servidor envia um JSON para o *Firebase* da Google, o qual é responsável por fazer o envio de informações para todos os celulares cadastrados nas notificações.

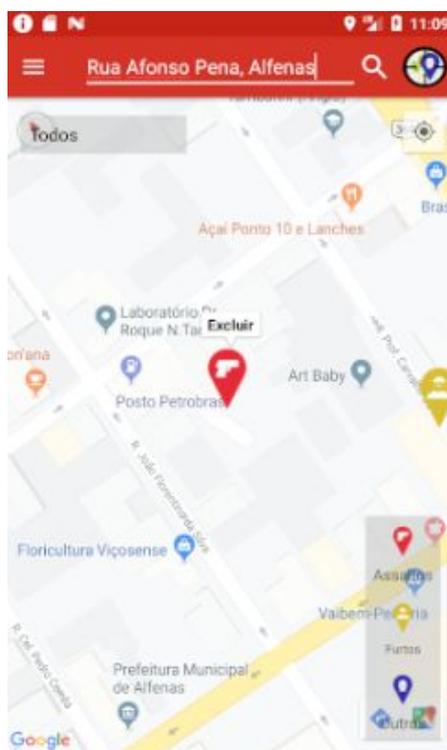
Para o celular receber essas informações, utilizou-se o próprio serviço da Google, *Firebase Messaging Service*, o qual executa uma tarefa de fundo quando recebe uma notificação para verificar, no próprio celular do usuário, a distância do usuário até o ponto onde o crime ocorreu.



**Figura 7: Notificações e formas de posicionamento da Notificação de Endereço.**

Observa-se na Figura 7 que há vários textos informativos, instruindo o usuários para que ele possa ter segurança em colocar seus dados e ativar a localização sem medo de ser monitorado.

Uma outra melhoria relevante foi a opção do usuário conseguir excluir seus próprios marcadores. Isso possibilita a correção de erros, caso tenha marcado em algum lugar incorreto, possibilitando refazer sua ação. Para conseguir excluir o marcador, basta clicar sobre ele e a opção de exclusão exibida.



**Figura 8: Opção de excluir marcadores.**

A Google alterou na *Play store* suas políticas de desenvolvimento, passando a valer a partir do dia 1 de Novembro de 2019, essa atualização fez com que a *Play store* aceitasse aplicativos que tinham o nível de API 28 (Android 9) ou mais alto, gerando a necessidade de atualizar a versão do aplicativo. Para alterar a versão, o Android Studio realiza várias alterações automáticas, porém, durante esse processo, constatou-se que várias bibliotecas haviam se tornado obsoletas, fazendo-se necessárias substituições a procurar um substituto (GOOGLE PLAY, 2019).

A principal alteração foi na API do google maps, alterando-se a exibição do mapa, além disso, alterou-se a forma de se efetuar a pesquisa de endereços. Uma outra modificação que exigiu a mudança de estratégia de desenvolvimento pela equipe de trabalho foi a limitação das funções que os aplicativos podem fazer no *background dos aparelhos*, dessa forma, abandonou-se a idéia inicial de criar um serviço próprio e de rodar *jobs* que pegassem a localização do usuário, decorrente disso, optou-se pelo serviço da google para realizar essas tarefas.

## 5.3 Usabilidade

### 5.3.1 Método de Inspeção Semiótica

Encontraram-se os seguintes resultados no Método de Inspeção Semiótico (MIS):

**Análise dos signos metalinguísticos:** o Criminal Maps apresenta um menu de ajuda, porém essa documentação possui apenas funcionalidades básicas. O aplicativo mostra avisos quando uma operação de salvamento é realizada, como quando as configurações são alteradas, há também mensagens informando caso haja um erro do usuário. E o filtro por tempo não deixa explícito do que se trata, possuindo apenas o valor "Todos" como padrão sem um rótulo.

**Análise dos signos estáticos:** Encontraram-se problemas nos filtros por tipo, onde não se deixa intuitivo que é possível clicar nos marcadores. O *dropdown* do filtro de tempo não fica claro se é um item interativo, pois possui uma baixa visibilidade por ser transparente e estar flutuando em cima do mapa.

**Análise dos signos dinâmicos:** Identificou-se que o calendário poderia ser melhor construído se o usuário conseguisse mudar o ano que deseja, como já é aplicado nos meses do ano. O mapa apresentado, se adaptou totalmente ao tamanho da tela.

**Contraste e comparação das mensagens de metacomunicação:** Observou-se que o filtro por tempo pode não ser encontrado facilmente pelo usuário, o que pode levar o usuário a achar que não existe tal função, mesmo o usuário podendo definir um tempo personalizado, ainda assim é difícil utilizar o *dropdown* da página inicial. Não fica evidente no filtro qual a sua funcionalidade, o que pode causar um entendimento errôneo do usuário, assim como, os marcadores do menu inferior direito são evidenciados como filtro por tipo de crimes, o que também pode acarretar no utilizador a não utilizar essa função.

**Avaliação da comunicabilidade do sistema:** Basicamente, fizeram o caminho no aplicativo para encontrar o endereço de suas casas e utilizaram dos filtros para verificar se no último mês ocorreu algum crime perto delas e então alteraram o modo do mapa para exibir o mapa de calor. Em seguida, fizeram uma denúncia de um crime, preenchendo os dados requisitados. E por fim,

configuram o sistema de alertas, para caso um crime aconteça próximo e adicionaram endereço para receber alertas caso um crime ocorra próximo ao marcador indicado.

A maior dificuldade foi selecionar o filtro do último mês, pois o botão de alteração começa com um texto padrão "Todos", o que não fica intuitivo sua funcionalidade. Outra dificuldade seria na parte de adicionar um marcador, pois o usuário deve se atentar no alerta no início da execução da aplicação para que ele saiba o que fazer. Ao inserir as informações, o sistema também não avisa que o novo marcador foi adicionado, embora seja intuitivo, pois este aparece no mapa em sequência. Foi simples encontrar a funcionalidade de notificação, e quando as informações foram salvas, o usuário é notificado e um marcador aparece no mapa, no ponto da residência inserida.

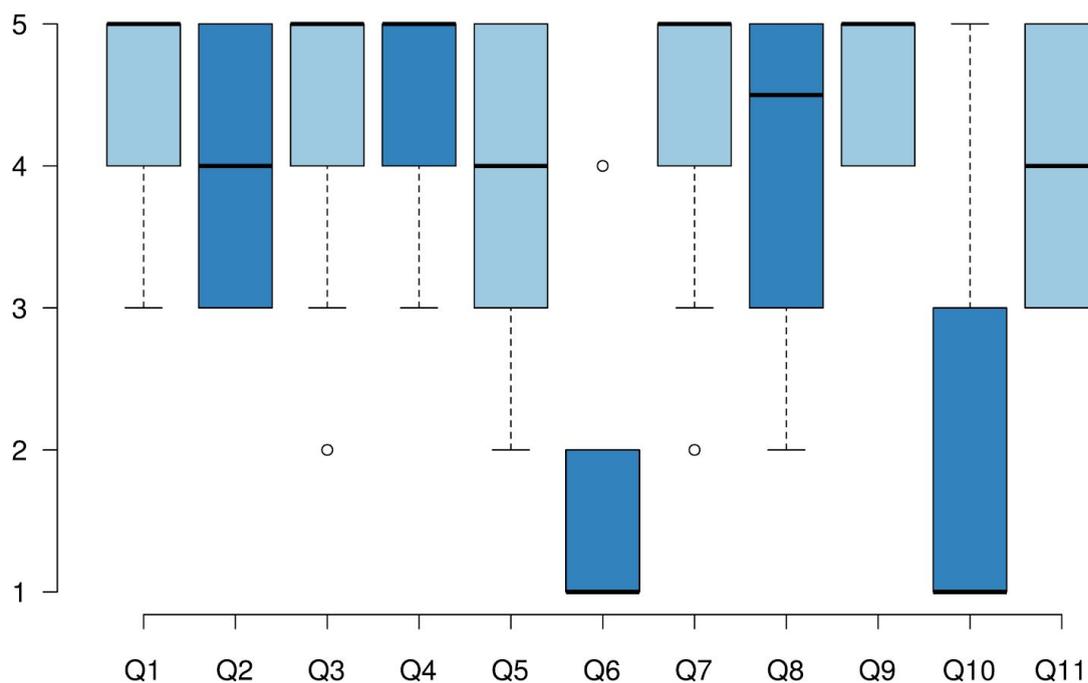
### 5.3.2 Avaliação checklist

Após construção do questionário de usabilidade (Apêndice C), procedeu-se a etapa de validação, constituindo-se da avaliação do aplicativo, usando-se o questionário construído, por um grupo de 5 pessoas especialistas na área de computação. A partir dos resultados calculou-se o Alpha de Cronbach(REFERÊNCIA), obtendo-se o valor 0.77, sendo que os questionários com valores acima de 0.7 são considerados aceitáveis (ALLYN, BACON, 2003).

Após validação do questionário, aplicou-se o mesmo para um grupo de 18 voluntários, sendo que todos conseguiram completar o percurso com sucesso, porém, alguns tiveram dificuldade em realizar algumas tarefas, entre elas a de filtrar os dados por tempo e como adicionar um novo marcador para realizar a denúncia de crimes.

Apresenta-se na Figura 9 um conjunto de *boxplot* (média e desvio padrão) das respostas à cada pergunta realizada no *checklist* (Apêndice C). Sendo que, 5 representa que a pessoa concorda fortemente e 1, discorda fortemente. Observa-se Verificou-se congruência nas respostas, com algumas variações consideradas normais entre os respondentes, sendo que os valores médios entre 4 e 5 para todas as perguntas que se esperavam valores de concordância (4 e 5) e valores médios de 1, nos que se esperava discordância, indicando, no geral,

uma boa usabilidade, sendo que a seguir serão comentados os pontos de destaque.

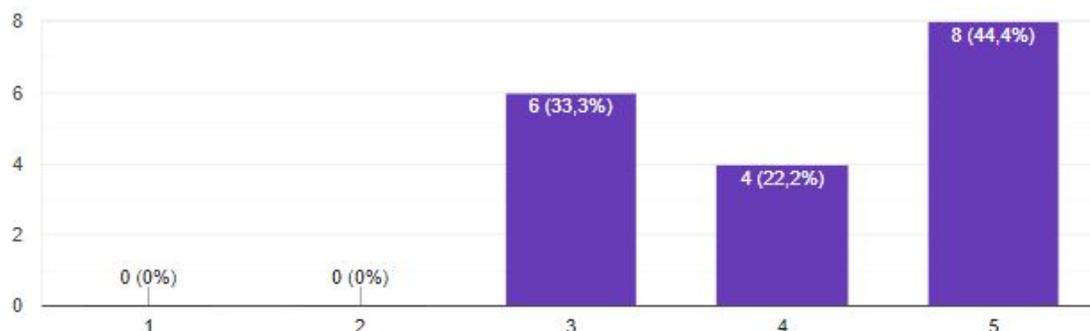


**Figura 9: Box-plot das perguntas do questionário de usabilidade**

Baseando na pergunta, “Os itens interativos (clicáveis) se distinguem claramente dos elementos estáticos?”. Observou-se que muitas pessoas deram a nota 4 e 5, isso se deve que muitos não conseguiram diferenciar os filtros como objetos clicáveis, como o filtro por tipo de crime e o filtro de tempo que muitos não utilizaram os valores padrões.

Os itens interativos (clicáveis) se distinguem claramente dos elementos estáticos?

18 respostas

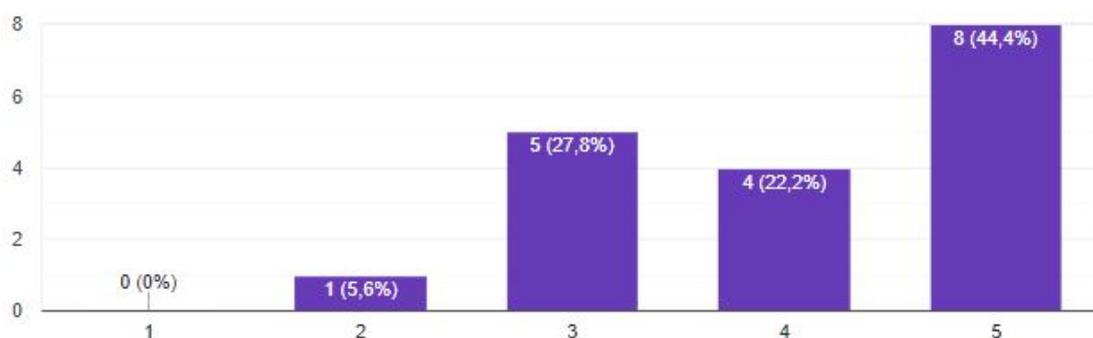


**Figura 10: Gráfico para a verificação de usabilidade sobre os elementos estáticos .**

Vinculado a esse problema está a pergunta, "O sistema oferece valores padrões para acelerar a entrada de dados no formulário?", pois além do sistema não oferecer o campo cidade como preenchido com base no marcador, muitos usuário acabaram utilizando o filtro personalizado para procurar por informações do último mês e esse campo não apresenta valores padrões. Por outro lado, de 18 pessoas, 12 estão entre 4 e 5 na provação.

O sistema oferece valores padrões para acelerar a entrada de dados no formulário?

18 respostas



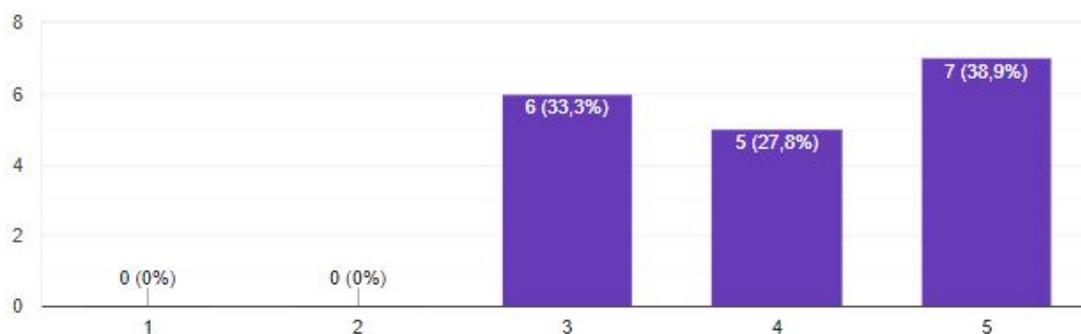
**Figura 11: Gráfico para a verificação de usabilidade sobre a aceleração da entrada de dados.**

Alguns voluntários tiveram problemas decorrente do aplicativo de não informar quando uma ação foi realizada, como mostrado na pergunta, "O sistema

informa se as operações foram concluídas com sucesso?" , onde 6 pessoas deram nota 3, porém 5 pessoas deram nota 4 e 7 deram nota 5, resultando em 12 usuários que concordam ou concordam fortemente com a pergunta.

O sistema informa se as operações foram concluídas com sucesso?

18 respostas

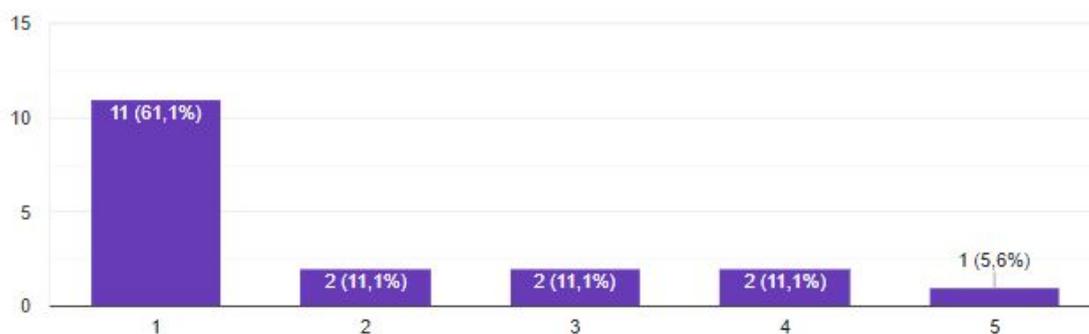


**Figura 12: Gráfico para a verificação de usabilidade sobre a comunicação com o usuário.**

E por fim poucos usuários relataram dificuldade em marcar um endereço residencial, provavelmente por não ficar explícito esse endereço pode ser adicionado tanto no menu de notificações quanto pressionando e segurando sob o mapa para adicionar o marcador. De toda forma, a maior parte teve sucesso.

Adicionar um endereço residencial para ser notificado de um crime é difícil?

18 respostas



**Figura 13: Gráfico para a verificação de usabilidade sobre a adição de um endereço residencial.**

## 6. Considerações finais

Os resultados das avaliações de usabilidade (MIS e checklist) indicam que o Criminal Maps é um aplicativo funcional e que está de acordo com os objetivos planejados. Tem-se um modo de informar sobre crimes para outras pessoas, possibilitando-se a maior segurança delas e da comunidade de usuários ao utilizar o aplicativo como forma de prevenção de áreas perigosas e informar à comunidade como está aos arredores de suas casas. Ressalta-se que, na medida que o aplicativo ficar popular e tiver muitas ocorrências, haverá muitos lugares marcados como perigosos, principalmente quando o filtro de tempo estiver marcado para todos ou para um grande período de tempo. Além disso, poderão haver falsas denúncias pelo usuário, dessa forma, o aplicativo deverá ser usado com criticidade pelos usuários, da mesma forma que qualquer sistema de mapa colaborativo (como o waze)., sendo que os filtros devem ser analisados com cautela, como o dia e a hora da ocorrência, para não tirar falsas conclusões sobre um determinado local.

Uma forma de melhorar este tipo de problema será a validação dos dados com o auxílio da própria população e fazer com que os marcadores tenha sua opacidade diminuída conforme o tempo para que eles não deixem poluição visual e uma falsa impressão sobre determinada região.

Outras sugestões para a melhora do aplicativo seria a alteração de filtro por tempo, para que ele fique mais intuitivo, por meio de um rótulo, além de adicionar alguma informação de que os botões do menu inferior direito são filtros por tipo de crime. Adicionar uma mensagem de sucesso ou fracasso para o usuário após o preenchimento do formulário de adição de um marcador e quando um usuário ativar e desativar as opções do menu lateral. E, por fim, seria interessante a opção de mostrar o endereço completo e uma breve descrição do crime após clicar em um marcador, para que assim os usuários possam saber exatamente onde foi e que tipo de crime ocorreu, principalmente se o marcador escolhido foi "Outros", que não esclarece a ocorrência.

## Referências

ALMEIDA, D.; SANTOS, M. A. R.; COSTA, A. F. B., **Aplicação do coeficiente Alfa de Cronbach nos resultados de um questionário para avaliação de desempenho da saúde pública**, São Carlos: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010.

ANATEL, **Brasil registra 45% de linhas pós-pagas em abril**, Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/dados/acessos-telefonia-movel>>, Acesso em 13 jun. 2019.

BABICKI, S.; ARNDT, D.; MARCU, A.; LIANG, Y.; GRANT, J. R.; MACIEJEWSKI, A.; WISHART, D. S., **Heatmapper: web-enabled heat mapping for all**. Oxford: *Nucleic Acids Res.* v. 44, p. 147-153, 2016.

BASTOMSKI, S.; BRAZIL, N., PAPACHRISTOS, A. V. **Neighborhood co-offending networks, structural embeddedness, and violent crime in Chicago**. Amsterdam: *Social Networks*, v. 51, p. 23–39, 2017.

BUTT, M.A., MAHMOOD, S.A. & RAZA, S.M.H., **GeoWebEX: an open-source online system for synchronous collaboration on geographic information** Appl Geomat v. 10, p. 123, 2018.

CALLE-JIMENEZ, T. et al., **Improving Usability with Think Aloud and Focus Group Methods. A Case Study: An Intelligent Police Patrolling System (I-Pat)**. Washington D.C.: Nunes I. (eds) Advances in Human Factors and Systems Interaction. AHFE 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, v. 959, 2020.

CRONBACH, L. J.; GLEESER, G. C.; NANDA, H.; RAJARATNAM, N., **The dependability of behavioral measurements: Theory for generalizability of scores and profiles**. Nova York: John Wiley, 1972.

CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R., **Ergonomia e usabilidade conhecimentos, métodos e aplicações**. 3. ed. São Paulo: Novatec, 2010.

DE SOUZA, C. S.; LEITÃO, C. F. **Semiotic Engineering Methods for Scientific Research in HCI**. São Francisco: CA. Morgan & Claypool, 2009.

GOOGLE PLAY, **Atender ao requisito de segmentação de nível de API do Google Play**. Disponível em: <<https://developer.android.com/distribute/best-practices/develop/target-sdk.html>>. Acesso em: 09 de dez. 2019.

PÉREZ VIZCARRA, A. A.; ANCCASI FIGUEROA, G. P.; TORRES CHANA, J. W.; GARCIA-PEÑALVO, F. J. **An app based on cooperative learning for the detection of danger points and the prevention of risk areas in a city**, in TEEM'19 Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. Nova York: ACM, 2019.

PINHEIRO, B. B., **Ferramentas de captura e geração de mapas de calor para análise da interação com aplicativos móveis**. Orientador: Bruno Merlin. 2019. f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia da Computação) - Campus Universitário de Tucuruí, Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2019. Disponível em: <http://bdm.ufpa.br/jspui/handle/prefix/1636>. Acesso em: 11 de dez. 2019.

MANAZIR, S. H.; RUBIA, M. G., **My Safetipin Mobile Phone Application: Case Study of E-participation Platform for Women Safety in India**, Nova Delhi: Journal of Scientometric Res, 2019.

MIGUEL, G.A.; REIS, T.H. ; GONÇALVES, A.B. ; BRESSAN, P.A. ; HORNINK, G. G. **AedesMap Mobile (software)**. Registro INPI: BR512018000358, 2018. Disponível em: <[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.projeto\\_zika](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.projeto_zika)>. Acesso em: 03 jun. 2019.

MOHAMMED, E. A., **Mapping the Spatial Distribution of Crimes in Iraq**, Bristol: Journal of Physics: Conference Series, v. 1032, 2019.

NETEK, R.; POUR, T.; SLEZAKOVA, R. **Implementation of Heat Maps in Geographical Information System - Exploratory Study on Traffic Accident Data**. Berlin: 1. ed. Open Geosciences, v. 10, 2018.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. Oxford: Elsevier, 1994.

NIELSEN, J.; LORANGER, H. **Usabilidade na Web**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PASSOS, P. C.; HOLANDA, M, **Public participation geographic information systems and collaborative mapping of social disorders in Brazil**, 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2018.

PINTO, A. M.; FARIAS, J. J.; COSTA, R. F.; LIMA, F. S. **UMA ANÁLISE DOS DETERMINANTES DA TAXA DE CRIMES DE HOMICÍDIOS NOS ESTADOS DO BRASIL: UMA APLICAÇÃO EM PAINEL DINÂMICO**. Natal: Revista de Economia Regional, Urbana e do Trabalho, v. 7, n. 2, p. 35-52, 31 dez. 2018.

Secretaria da Segurança Pública de São Paulo. Disponível em: <<http://www.saopaulo.sp.gov.br/>>. Acesso em: 21 jan. 2020.

UNEMI, **Impacto da georreferenciação colaborativa de atos de crime no cidadão comum com base no modelo de aceitação tecnológica**. Disponível em: <<http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/978>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

ZAFFARONI, E. R., **Em busca das penas perdidas: a perda de legitimidade do sistema penal**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 1991.

## Apêndices

### Apêndice A. Questionário Censo

- Você usaria um aplicativo que indica locais de crimes ocorridos na cidade?
- Caso você sofresse um assalto ou furto, qual probabilidade de você informar o local em um aplicativo? (sem seus dados)
- Você usaria uma função de alertas para ser notificado sobre furtos ou assaltos em sua proximidade?
- Você gostaria de receber um alerta se ocorrer um furto ou assalto próximo de sua casa?
- Além de crimes como furtos ou assaltos, você gostaria de denunciar ou ser notificado por quais outros tipos de crimes?

### Apêndice B. Quadro de avaliação dos aplicativos

<b>Aplicativos</b>	<b>Descrição</b>	<b>Filtros</b>	<b>Mapa de Calor</b>	<b>Região Limitada</b>	<b>Português</b>
Mapa do Crime	Aplicativo Brasileiro que contém filtro dos crimes e um botão de denúncia.	Sim	Não	Não	Sim
Risk Ahead	Aplicativo que permite a denúncia de crimes em todo o mundo, apresentando a opção de outros idiomas.	Não	Sim	Não	Parcial
Crime Map	Aplicativo Britânico limitado a Grã Bretanha.	Sim	Não	Sim	Não

Stay Alert: Vancouver	Aplicativo vinculado a polícia local de Vancouver, mas não possui uma forma de denúncia.	Não	Sim	Sim	Não
AMProtect	Aplicativo que permite que o usuário apenas denuncie e veja a localização dos crimes.	Não	Não	Não	Não

### Apêndice C. Questionário Usabilidade

ID	Questões do Teste de Usabilidade	Heurísticas de Nielsen correspondente
Q1	As opções dentro do menu lateral estão ordenadas segundo um critério lógico?	Consistência e Padronização.
Q2	Os itens interativos (clicáveis) se distinguem claramente dos elementos estáticos?	Consistência e Padronização.
Q3	A ação gerada a partir da interação com os botões corresponde ao esperado?	Reconhecimento em vez de memorização.
Q4	É possível a realização de uma tarefa em poucos passos (1 a 5)?	Eficiência e flexibilidade de uso.
Q5	O sistema oferece valores padrões para acelerar a entrada de dados no formulário?	Ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se de erros
Q6	A seleção das datas e horas é difícil?	Prevenção de erros.
Q7	A opção de ajuda está bem localizada?	Ajuda e documentação.
Q8	As cores do mapa de calor possibilitam a compreensão dos dados apresentados no mapa?	Estética e design minimalista.
Q9	O símbolo dos marcadores é de fácil compreensão?	Compatibilidade entre o sistema e o mundo real.
Q10	Adicionar um endereço residencial para ser notificado de um crime é difícil?	Eficiência e flexibilidade de uso.
Q11	O sistema informa se as operações foram concluídas com sucesso?	Visibilidade do Status do Sistema.



**Apêndice D.** Aplicativos avaliados

<b>Nome</b>	<b>Criação</b>	<b>Versão</b>	<b>Nota</b>	<b>Link</b>
Amprotect Crime Map	2018	1.0.0	3.3	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=amprotect.wazabe.com.android">https://play.google.com/store/apps/details?id=amprotect.wazabe.com.android</a>
Crime Map England & Wales	2015	2.02.01	3.0	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=uk.co.ravensoft.crimemapuk">https://play.google.com/store/apps/details?id=uk.co.ravensoft.crimemapuk</a>
Mapa do Crime	2017	1.1.0	3.0	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.premiumart.mapa">https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.premiumart.mapa</a>
RiskAhead Crime Map	2015	3.2.0	3.7	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=org.de.ke.risk.riskahead">https://play.google.com/store/apps/details?id=org.de.ke.risk.riskahead</a>
Stay Alert: Vancouver Crime Map	2018	1.1.5	4.7	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.crime.emilio.stayalert">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.crime.emilio.stayalert</a>