

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
CENTRO DE INFORMÁTICA
2016.2

**Uma análise via *Stack Overflow* sobre
mapas em aplicações *Android Open
Source***

Trabalho de Graduação

Discente: Luiz Antonio de Vasconcelos Filho

Orientador: Leopoldo Motta Teixeira

Recife, Fevereiro 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
CENTRO DE INFORMÁTICA
2016.2

Uma análise via *Stack Overflow* sobre mapas em aplicações *Android Open Source*

Luiz Antonio de Vasconcelos Filho

Trabalho apresentado ao programa de graduação em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação

Orientador: Leopoldo Motta Teixeira

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a minha família pelo apoio durante esse período de formação acadêmica. Seu suporte foi essencial para que eu completasse mais uma etapa importante na minha vida profissional.

Também gostaria de fazer um agradecimento especial ao professor Leopoldo Teixeira pela assistência durante o processo de desenvolvimento deste trabalho. Tanto nas orientações voltadas para a evolução das ideias como pela compreensão das dificuldades encontradas no período de produção de conteúdo, assim como pela flexibilidade quanto aos ajustes realizados à proposta acerca do estudo apresentado.

Resumo

Aplicações que utilizam geolocalização estão intrinsecamente ligadas a aparelhos móveis. Essas aplicações utilizam-se de ferramentas e bibliotecas que provêem dados e serviços essenciais para transmitir tais informações e permitir uma melhor experiência ao usuário. A ausência de uma base de dados consistente dificulta a implementação de software de qualidade, tornando o processo de desenvolvimento mais custoso. Projetos *open source* possuíam uma certa limitação quanto a aplicações envolvendo geolocalização, visto que não havia uma base de dados suficientemente consistente e atualizada à disposição devido à licença com a qual estes operam. Para mitigar esse problema, iniciou-se a criação de uma base de dados de mapeamento colaborativa com ênfase no conhecimento local de cada colaborador, permitindo o livre acesso às informações através de APIs e *frameworks*.

Este trabalho visa analisar a utilização de mapas e ferramentas de geolocalização em projetos *Android open source* através da mineração de dados referente a uma base de dados colaborativa, o OpenStreetMap. Essas informações serão obtidas utilizando o Stack Exchange Data Explorer, ferramenta *web* que permite realizar consultas SQL diretamente do repositório de perguntas e respostas do Stack Overflow.

Essa análise também pretende auxiliar na identificação de dificuldades quanto à implementação de projetos *Android* que manuseiam essa base de dados, sendo essa feita de forma estática.

Palavras-chave: OpenStreetMap, Android, Mineração de Dados, Stack Overflow, Open Source

Abstract

Applications that utilize geolocation are intrinsically associated to mobile devices. These applications use tools and libraries that provide essential data and services to transmit such informations and allow a better user experience. The absence of a consistent database hinders the quality of the developed software, while also increasing the costs. Open source projects have limitations on applications involving geolocation, as there is no sufficiently consistent and up-to-date database available because of their licenses. To mitigate this problem, the creation of a collaborative mapping database with emphasis on the local knowledge of each collaborator was initiated, allowing free access to the information through APIs and frameworks.

This work aims to analyze the usage of maps and geolocation tools in open source Android projects through data mining related to a collaborative database, OpenStreetMap. This information will be obtained using Stack Exchange Data Explorer, a web tool that allows user to perform SQL queries directly from the Stack Overflow Q & A repository.

This analysis also aims to help in identifying difficulties in the implementation of Android projects that handle this database, which is done in a static way.

Keywords: OpenStreetMap, Android, Data Mining, Stack Overflow, Open Source

Lista de Figuras

Figura 1 - Dependências do gradle para Osmdroid.....	9
Figura 2 - Dependências do Maven para Osmdroid	9
Figura 3 - Dependências do Gradle para MapboxAndroidServices	10
Figura 4 - Permissões necessárias para utilizar MapboxAndroidServices.....	10
Figura 5 - Serviço necessário para utilizar MapboxAndroidServices	10
Figura 6 - Código adicional ao Gradle para utilizar Mapsforge	11
Figura 7 - Código adicional ao Gradle para utilizar pacotes extras do Mapsforge	11
Figura 8 - Dependências do Maven para Mapsforge.....	11
Figura 9 - Inclusão de repositório no Gradle para OSMBonusPack.....	12
Figura 10 - Dependências do Gradle para OSMBonusPack.....	12
Figura 11 - Requisição SQL para posts com tags openstreetmap e android	16
Figura 12 - Requisição SQL para posts com tags openstreetmap, android e osmdroid.....	16
Figura 13 - Requisição SQL para posts com tags openstreetmap e android possuindo resposta eleita "melhor solução"	19
Figura 14 - Gráfico para perguntadores, resolvedores e otimizadores de perguntas e respostas divididos em intervalos de reputação	19
Figura 15 - Gráfico para resolvedores com reputação em intervalos superiores aos perguntadores.....	20
Figura 16 - Requisição SQL para posts com tags openstreetmap.....	20
Figura 17 - Requisição SQL para posts com tags openstreetmap e android	21
Figura 18 - Gráfico para crescimento de quantidade de requisições ao Stack Overflow para tags openstreetmap e android.....	21

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Quantidade de perguntas com tags associadas separadas por anos..... 15

Sumário

1	Introdução	4
1.1	Estrutura do trabalho	6
2	Conceitos Básicos	7
2.1	OpenStreetMaps	7
2.2	Funcionalidades	7
2.3	<i>Frameworks</i>	8
2.3.1	Osmdroid.....	8
2.3.2	MapboxAndroidServices	9
2.3.3	Mapsforge	10
2.3.4	OSMBonusPack.....	11
3	Metodologia	13
3.1	Perguntas de Pesquisa	13
3.2	Consultas à base de dados	14
4	Resultados	16
4.1	P1: Como utilizar os dados do OpenStreetMap?	16
4.2	P2: Quais são as dificuldades de trabalhar com o OpenStreetMap?	17
4.2.1	Framework a ser utilizado	17
4.2.2	Perguntas básicas.....	17
4.2.3	Perguntas complexas.....	18
4.3	P3: Como a experiência do programador garante qualidade ao framework/biblioteca sugerido?.....	18
4.4	P4: As perguntas e respostas aumentaram o interesse e facilitaram a utilização do OpenStreetMap?	20
5	Conclusões e trabalhos futuros	22
	Referências Bibliográficas.....	23
	Apêndice	24

1 Introdução

Vivemos em um mundo onde a quantidade de dados gerada diariamente é muito alta. *Terabytes* fluem entre redes de computadores, *World Wide Web* (WWW) e entre vários dispositivos de armazenamento de dados sobre negócios, sociedade, ciência e engenharia, medicina, dentre outros. Esse crescimento explosivo do volume de dados disponível é um resultado da computadorização da sociedade e do desenvolvimento rápido de coleções de dados e ferramentas de armazenamento [1]. Devido à enorme quantidade de fontes geradoras de imensas quantidades de dados (como armazenamentos de históricos de transação e de materiais em estoque de negócios ou produção e armazenamento de imagens e vídeos/blogs e diferentes tipos de conexões sociais associadas a comunidades e mídias sociais), torna-se difícil identificar as informações de fato relevantes para gerar conhecimento e otimizar os processos de desenvolvimento e manutenção de software.

Utilizando conceitos e técnicas consolidados pelo *Data Mining*, diversas informações úteis para o processo de desenvolvimento de software podem ser extraídas de projetos anteriormente produzidos. Tal abordagem tem como intuito obter conhecimento com base em experiência prévia e melhorar a definição de práticas envolvendo o processo de implementação de código, além de definir de forma mais explícita como trabalhar com APIs específicas.

O Stack Overflow é um dos fóruns mais populares no mundo do desenvolvimento de software, sendo este uma base de informação rapidamente crescente sobre diversos tópicos para linguagens de programação e algoritmos. Ele contém mais de 1.5 milhões de usuários e mais de 4.5 milhões de questões, e seus dados podem ser facilmente acessados por meio de um backup livre [3]. Este fórum possui uma enorme base de dados acessível por diversos meios (buscas SQL online, download de base local para acesso dos metadados, dentre outros), onde pode-se extrair informações relevantes sobre os mais diversos tópicos. Utilizando os conceitos de *Data Mining*, é possível obter conhecimento através desse aglomerado de dados de forma estatística, permitindo uma avaliação mais precisa e fiel quanto à adesão dos desenvolvedores às novas ferramentas de desenvolvimento.

Com isso, este trabalho fará um estudo empírico baseado em perguntas e respostas relacionadas à utilização do OpenStreetMap por meio do *Data Mining* através do *Stack Exchange Data Explorer*, tendo como fonte de informação o Stack Overflow. Analisaremos mais de 400 mensagens (entre perguntas e respostas) de diversos usuários com o objetivo de avaliar o quanto a comunidade aderiu à utilização de APIs que consomem a base de dados open source em questão para aplicações móveis, assim como identificar problemas das bibliotecas e *frameworks* quanto à documentação, de modo que possamos sugerir melhores abordagens e ferramentas para o desenvolvimento de aplicações. Traduziremos esse conhecimento em quatro perguntas de pesquisa:

P1: Como utilizar os dados do OpenStreetMap?

Através das perguntas e respostas presentes no Stack Overflow sobre como integrar este serviço de geolocalização a aplicações móveis, analisamos estaticamente como funciona a manipulação dos dados da base. É possível realizar uma cópia da base e trabalhar com os metadados localmente, porém há diversos *frameworks* e bibliotecas que já têm grande parte das funcionalidades desejadas implementadas e consolidadas que interagem diretamente com o OpenStreetMap, sempre nas versões mais atualizadas da base.

P2: Quais são as dificuldades de trabalhar com o OpenStreetMap?

Observamos que as documentações existentes para os *frameworks* e bibliotecas utilizados possuem poucos tutoriais, apenas com o básico das funcionalidades. Torna-se muito custoso utilizar essas APIs e saber como trabalhar e manipular os dados provenientes da base para funcionalidades mais complexas. Atualmente, as informações referentes a capacidades e funcionamento, assim como boas práticas, relacionadas aos *frameworks* existentes para abordagens mais aprofundadas estão contidas no conhecimento dos desenvolvedores que já os utilizaram.

P3: Como a experiência do programador garante qualidade ao framework/biblioteca sugerido?

Visto que há documentações básicas referentes aos *frameworks* e bibliotecas, tutoriais e exemplos de código para funcionalidades mais complexas estão presentes, em sua grande maioria, em fóruns de perguntas e respostas de linguagens de programação, como o Stack Overflow. Levando em consideração que o Stack Overflow trabalha com um sistema de ranqueamento de usuários baseado em reputação, temos que os usuários com mais experiência respondem às perguntas de desenvolvedores com menos reputação. Fizemos uma análise quanto às respostas eleitas como solução do problema proposto pelo questionador.

P4: As perguntas e respostas aumentaram o interesse e facilitaram a utilização do OpenStreetMap?

Avaliamos o crescimento das buscas pelo OpenStreetMap no Stack Overflow ao longo dos últimos anos desde o surgimento da base de dados. Podemos notar um aumento considerável na quantidade de buscas por informações acerca do assunto, variando entre formas de realizar operações até por sugestões de melhores APIs para problemas específicos relacionados ao uso do OpenStreetMap.

1.1 Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em 5 capítulos.

O capítulo 2 apresenta conceitos relacionados ao OpenStreetMap com o intuito de introduzir funcionalidades e formas de trabalhar com a base de dados, tendo como foco modelos de manipular os dados para aplicações *Android*.

No capítulo 3, apresentamos o processo que utilizaremos para analisar os dados obtidos a partir da extração da base de perguntas e respostas do Stack Overflow envolvendo o OpenStreetMap e aplicações móveis, sendo esta por meio de requisições SQL realizadas via web através do *Stack Exchange Data Explorer*. Também são apresentadas as perguntas de pesquisa desenvolvidas como base do estudo e sobre as quais serão modeladas as requisições específicas à base.

O capítulo 4 apresenta respostas para as perguntas de pesquisa propostas utilizando como fundamento a análise dos resultados obtidos pela mineração dos dados presentes no Stack Overflow acerca do uso do OpenStreetMap através de *frameworks* para aplicações *Android*. São apresentadas as requisições SQL executadas, assim como comparações entre os dados obtidos.

Por último, o capítulo 5 apresenta as conclusões deste trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

2 Conceitos Básicos

Este capítulo tem como objetivo apresentar conceitos do OpenStreetMaps para compreender o funcionamento das APIs. Explicaremos o que seria essa base de dados, assim como as funcionalidades disponibilizadas pela organização responsável, e também mostraremos as principais bibliotecas relacionadas ao uso do OpenStreetMaps.

2.1 OpenStreetMaps

OpenStreetMap é um projeto que cria e desenvolve uma base de dados geográficos de livre acesso do mundo. Esse projeto surgiu pelo fato de que a maioria dos mapas que aparentam prover livre acesso a dados geográficos possuem restrições legais ou técnicas com relação à utilização [2]. Por exemplo, Google, que disponibiliza todos os seus serviços de geolocalização livremente desde que não ultrapasse 2500 requisições por dia.

A base de dados é construída e atualizada a partir do processo de *crowdsourcing*, onde voluntários, também chamados de mapeadores, registram seus movimentos enquanto dirigem, pedalam ou caminham pelas ruas e caminhos por meio de fotografias aéreas, dispositivos GPS e mapas de terreno. As informações coletadas são posteriormente utilizadas para gerar um conjunto de pontos e linhas que podem ser transformados em mapas e usados para navegação.

Como o OpenStreetMap possui licença *Open Data Commons Open Database License*(ODbL), baseada na *Creative Commons*, todos os dados são de livre acesso e utilização. Além das contribuições dos mapeadores, o OpenStreetMap obtém parte dos dados de mapas com licenças de *software* livre, bases de dados de domínio público ou doações de bases de dados proprietárias. Embora essas bases auxiliares demandam mais esforço quanto à organização e atualização dos dados, estas permitem que áreas de difícil acesso sejam incluídas à base, tornando o conjunto de dados mais completo. Por se tratar de software livre, qualquer pessoa tem a liberdade para consumir os dados para quaisquer fins, desde que credite a autoria do OpenStreetMap e dos colaboradores. Dessa forma, a base de dados utiliza um sistema parecido com a wiki: mapeadores podem adicionar/editar qualquer característica em qualquer área, e um histórico completo de edições é mantido para cada objeto.

2.2 Funcionalidades

O OpenStreetMap provê dois modos de processar dados da base: exportação parcial de dados da base (dados estáticos) e exportação de cópias regularmente atualizadas (dados dinâmicos). Com isso, o projeto disponibiliza módulos básicos para consumo dos dados, como baixar um retângulo limite através de um espelho

do banco de dados do OpenStreetMap (API Overpass¹), obter cópias regularmente atualizadas da base de dados automaticamente (Planeta OSM), extrair informações atualizadas sobre continentes, países e cidades selecionadas (Geofabrik), e extrair informações das principais cidades do mundo e de sua proximidades (Portal Metro).

Além disso, há também outras fontes de acesso aos dados da base, como os *frameworks* e bibliotecas criados por terceiros e divulgados pelo OpenStreetMap. Essas fontes disponibilizam uma gama de métodos e funções voltados para o desenvolvimento de aplicações envolvendo vários tipos de dados (imagens estáticas/dinâmicas de mapa, mapas interativos, navegação, dentre outros). Apresentaremos alguns dos frameworks mais utilizados com foco em áreas específicas de atuação, e que estão ligados ao desenvolvimento de aplicações utilizando mapas para dispositivos móveis.

2.3 Frameworks

Bibliotecas, também conhecidas como *frameworks*, componentes, módulos ou *Software Development Kits* (SDKs), contém código reutilizável que ajuda desenvolvedores a integrar o OpenStreetMap em websites e aplicações de software. Desenvolvedores têm escrito bibliotecas para acessar e analisar dados, renderização de mapas, *geocoding* e roteamento. Esses *frameworks* são compatíveis com a web e uma variedade de plataformas *desktop* e móveis [5].

Apresentaremos algumas bibliotecas com foco nas áreas consideradas como mais utilizadas segundo o OpenStreetMap. Esses *frameworks* foram selecionados a partir dos resultados encontrados como mais presentes na base de dados de perguntas e respostas do Stack Overflow.

2.3.1 Osmdroid

Osmdroid² é praticamente uma biblioteca equivalente à classe que exibe e interage com mapas por meio de dados obtidos pelos serviços do *Google Maps*, *MapView* (v1 API). Essa biblioteca inclui um sistema provedor de ladrilho modular com suporte para fontes *tile* online e offline, assim como suporte a *overlay* com overlays incorporados para plotagem de ícones, local de rastreamento e formas de desenhos. Esta biblioteca tem como foco a integração de mapas interativos em aplicações móveis.

Para utilizar esta biblioteca, alguns trechos de código devem ser incluídos ao arquivo de configuração do projeto *Android* (normalmente, o Gradle). Primeiramente, deve-se adicionar uma dependência ao Gradle, como pode ser visto na imagem abaixo.

¹ http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Overpass_API

² <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Osmdroid>

```
repositories {
    mavenCentral()
}

dependencies {
    compile 'org.osmdroid:osmdroid-android:5.6.3'
}
```

Figura 1 - Dependências do gradle para Osmdroid

Também é possível incluir as dependências do Maven às configurações referentes ao osmdroid de acordo com as informações relacionadas à biblioteca, como mostrado na imagem a seguir.

```
<dependency>
  <groupId>org.osmdroid</groupId>
  <artifactId>osmdroid-android</artifactId>
  <version>5.6.3</version>
  <type>aar</type>
</dependency>
```

Figura 2 - Dependências do Maven para Osmdroid

Para finalizar, o versão da API deve ser maior ou igual a 8 para que o código seja compilado corretamente, como apresentado na imagem abaixo.

```
<platform>8</platform>
```

Também há outros modos de trabalhar com o osmdroid, como compilar osmdroid pelo código, baixar as dependências diretamente para o OSS ou baixar o pacote de distribuição.

2.3.2 MapboxAndroidServices

MapboxAndroidServices³ é um conjunto de ferramentas *open source* criado para auxiliar no desenvolvimento de aplicações que utilizam direções, *geocoding* ou imagens estáticas de mapa. Atualmente, há duas bibliotecas disponíveis, sendo uma compatível com aplicações Java e outra voltada especificamente para aplicações Android.

Para utilizar a biblioteca, deve-se incluir trechos de código para os arquivos de configuração do projeto em desenvolvimento. Primeiramente, as dependências do gradle devem incluir o MapboxAndroidServices, como visto da imagem abaixo.

³ <https://www.mapbox.com/blog/mapbox-android-services/>

```

repositories {
    mavenCentral()
}

dependencies {
    compile ('com.mapbox.mapboxsdk:mapbox-android-sdk:4.2.2@aar'){
        transitive=true
    }
}

```

Figura 3 - Dependências do Gradle para MapboxAndroidServices

Também será necessário requisitar permissões de acesso à localização, identificação de conectividade do dispositivo móvel e acesso à internet através do aplicativo quando a biblioteca estiver em uso, além de um serviço, ambos listados a seguir.

```

<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />

```

Figura 4 - Permissões necessárias para utilizar MapboxAndroidServices

```

<service android:name="com.mapbox.mapboxsdk.telemetry.TelemetryService" />

```

Figura 5 - Serviço necessário para utilizar MapboxAndroidServices

Esta biblioteca necessita que o projeto em desenvolvimento utilize uma API com versão maior ou igual a 15. O foco desse framework está em navegação e uso de imagens estáticas de mapa.

2.3.3 Mapsforge

Mapsforge⁴ é uma biblioteca que disponibiliza um mapa vetorial offline, *open source* e livre para aplicações Android e Java por meio de uma toolbox, permitindo a criação de novas aplicações que terão como base o OpenStreetMap. As ferramentas e APIs incluem soluções para renderização de mapa, *overlays* de mapa, downloads de mapas, dentre outras funcionalidades.

Esta biblioteca requer inclusão de código ao Gradle para que seja possível utilizar seus serviços, variando de acordo com o tipo de aplicação que está sendo desenvolvida. Como estamos abordando sobre aplicações em dispositivos móveis, será apresentada apenas o trecho de código que precisa ser adicionado para utilizar a funcionalidade de mapas para Android, vide imagem a seguir.

⁴ <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Mapsforge>

```
compile 'org.mapsforge:mapsforge-map-android:[CURRENT-VERSION]'  
compile 'com.caverock:androidsvg:1.2.2-beta-1'
```

Figura 6 - Código adicional ao Gradle para utilizar Mapsforge

Opcionalmente, também é possível incluir um pacote com funções extras compatíveis com o Mapsforge, como mostrado abaixo.

```
compile('org.mapsforge:mapsforge-map-android-extras:[CURRENT-VERSION]') {  
    transitive = false  
}
```

Figura 7 - Código adicional ao Gradle para utilizar pacotes extras do Mapsforge

Também é possível configurar o projeto para utilizar a biblioteca através do Maven, apresentado na imagem abaixo.

```
<dependency>  
  <groupId>org.mapsforge</groupId>  
  <artifactId>mapsforge-core</artifactId>  
  <version>[CURRENT-VERSION]</version>  
</dependency>
```

Figura 8 - Dependências do Maven para Mapsforge

Os campos que possuem [CURRENT-VERSION] nos trechos de código devem ser substituídos pela versão desejada do *framework*. Recomenda-se utilizar sempre a versão mais atual, que pode ser verificada na wiki do OpenStreetMap.

Esta biblioteca é compatível com versões de API iguais ou superiores a 10, e tem como foco aplicações que utilizam mapas interativos.

2.3.4 OSMBonusPack

OSMBonusPack⁵ é uma biblioteca que complementa Osmdroid, apresentada anteriormente. Com relação às funcionalidades adicionais, estão inclusas otimizações e funções novas que dão suporte ao *framework* base, como rotas e direções, pontos de interesse, *clustering* de marcadores, KML e GeoJSON, dentre outras.

Esta biblioteca requer a inclusão de um repositório ao projeto, podendo este ser adicionado via código através da atualização do Gradle, como mostrado na imagem abaixo.

⁵ <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/OSMBonusPack>

```
repositories {  
    ...  
    maven { url "https://jitpack.io" }  
}
```

Figura 9 - Inclusão de repositório no Gradle para OSMBonusPack

Além disso, é preciso adicionar a referência ao OSMBonusPack às dependências do Gradle no projeto, como apresentado na imagem a seguir.

```
dependencies {  
    ...  
    compile 'com.github.MKergall:osmbonuspack:6.2'  
}
```

Figura 10 - Dependências do Gradle para OSMBonusPack

Também podemos configurar o projeto para utilizar este framework por meio de referência como biblioteca local (caso esteja utilizando Android Studio).

Apesar de ser uma biblioteca complementar ao osmdroid, apenas aplicações com versões de API iguais ou superiores a 10 podem utilizá-la. Assim como seu *framework* base, o OSMBonusPack tem como foco a utilização de mapas interativos.

3 Metodologia

Neste capítulo apresentaremos as perguntas de pesquisa que servirão de base para o estudo e análise dos dados obtidos a partir da mineração do repositório de perguntas e respostas do Stack Overflow, assim como explicaremos o processo de requisições à base e os dados obtidos.

3.1 Perguntas de Pesquisa

Para este trabalho, extraímos dados do Stack Overflow para obter respostas estatísticas acerca do estado-de-uso do OpenStreetMap e *frameworks* associados à base de dados. Baseado no trabalho de Gustavo [3] e nas pesquisas realizadas sobre o OpenStreetMap, notamos que as informações sobre esta base estavam dispersas, de modo que torna difícil a busca por ferramentas e tutoriais que manipulam esses dados. Também percebemos que há várias perguntas relacionadas ao OpenStreetMap no fórum, e que as respostas referentes aos *frameworks* envolvem sugestões dos usuários a partir do uso prévio das bibliotecas. Após essas observações, criamos quatro perguntas que fossem capazes de explicitar essas informações obtidas através da pesquisa de forma objetiva e verificar a adesão dos desenvolvedores à utilização dessa tecnologia. Com isso, nosso objetivo neste trabalho é responder às seguintes perguntas de pesquisa:

- **P1:** Como utilizar os dados do OpenStreetMap?
- **P2:** Quais são as dificuldades de trabalhar com o OpenStreetMap?
- **P3:** Como a experiência do programador garante qualidade ao framework/biblioteca sugerido?
- **P4:** As perguntas e respostas aumentaram o interesse e facilitaram a utilização do OpenStreetMap?

Visando as respostas para as perguntas definidas, foram extraídas semi-automaticamente questões relacionadas ao assunto. A partir disso, são realizados estudos de casos por pesquisa de campo sobre os dados selecionados, levando em consideração variáveis consideradas importantes para traçarmos um perfil associado ao resultado obtido com as requisições. Aproveitamos essas informações obtidas para apresentar correlações estatísticas, como reputação de usuários que perguntam e respondem às perguntas do Stack Overflow. Finalmente, consideramos como esse fórum auxilia na integração e no desenvolvimento de aplicações móveis associadas ao OpenStreetMap. No próximo tópico será explicado como funciona o procedimento de extração de dados da base do Stack Overflow, assim como serão apresentadas algumas das requisições selecionadas.

3.2 Consultas à base de dados

As consultas realizadas neste trabalho ocorreram a partir de uma cópia da base de dados do Stack Overflow, sendo esta atualizada semanalmente com os dados mais recentes presentes no fórum. Optamos por essa abordagem porque essa cópia da base possui dados que não estão presentes no *dump* disponível para download, visto que o tamanho dos arquivos *dump* devem ser razoáveis, além dos dados manterem-se sempre atualizados.

A mineração ocorre através de requisições SQL via web por meio de uma ferramenta open source, o *Stack Exchange Data Explorer*⁶. Com esses dados, podemos encontrar perguntas, respostas, usuários, reputação dos usuários, dentre outras informações. Analisamos os dados linha por linha após extraímos questões (e respostas associadas consideradas como a melhor solução pelo usuário que realizou a pergunta) individualmente com questões relacionadas ao OpenStreetMap. Estes dados são retornados das requisições SQL executadas e carregados como uma única tabela de banco de dados no *website*, podendo exportar os resultados para uma planilha Excel. Esta tabela é indexada por título da pergunta, id do usuário que fez a pergunta, id do usuário eleito como melhor resposta, id do usuário que otimizou a melhor resposta, reputação dos usuários envolvidos, e ordenados pelo *timestamp* de adição da pergunta ao Stack Overflow.

Para filtrar os dados, selecionamos primeiramente as questões que possuísem no título a palavra "OpenStreetMap". Após aplicar esse primeiro filtro, notamos que haviam falso-positivos no resultado da requisição, sendo essas perguntas não necessariamente relacionadas ao OpenStreetMap ou apenas direcionadas para obter respostas sobre aplicações. Seguem algumas perguntas que se encaixam neste cenário listadas abaixo.

- [\[Leaflet\]How to change the color of each area and make it editable?](#)⁷
- [How to add a map popup with dynamic updating chart](#)⁸
- [Cleaning Wikipedia content with python](#)⁹

Visando a redução desse cenário, acrescentamos ao filtro perguntas que possuísem a *tag* "openstreetmap" com o intuito de garantir que os usuários que realizaram as perguntas estejam de fato interessados em saber mais sobre a base de dados ou bibliotecas diretamente relacionadas. No final desse processo de filtragem, obtivemos um total de 2305 perguntas com respostas associadas. No entanto, este conjunto ainda possui as perguntas que não estão relacionadas ao

⁶ <http://data.stackexchange.com/stackoverflow/queries>

⁷ <http://stackoverflow.com/questions/27926287/leaflet-how-to-change-the-color-of-each-area-and-make-it-editable>

⁸ <http://stackoverflow.com/questions/35671693/how-to-add-a-map-popup-with-dynamic-updating-chart>

⁹ <http://stackoverflow.com/questions/37605045/cleaning-wikipedia-content-with-python>

uso da base com aplicações *Android*. Com isso, adicionamos mais uma tag ao filtro, “android”. Finalmente, o grupo resultante consiste de 432 perguntas com respostas associadas, sendo este último grupo o utilizado no trabalho. A tabela abaixo mostra a quantidade de perguntas presentes na base divididas por anos para as tags utilizadas no processo de filtragem.

Tags\Anos	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
openstreetmap	10	54	127	293	376	423	443	531	48	2305
openstreetmap + android	0	2	24	60	63	87	85	102	9	432

Tabela 1 - Quantidade de perguntas com tags associadas separadas por anos

4 Resultados

Neste capítulo apresentaremos o que obtivemos com os estudos e mineração dos dados. Organizamos os resultados de acordo com as perguntas de pesquisa levantadas.

4.1 P1: Como utilizar os dados do OpenStreetMap?

Analisando estaticamente os dados obtidos através da requisição SQL pelo Stack Exchange Data Explorer, apresentada a seguir, percebemos que as aplicações *Android* estão diretamente relacionadas ao uso de *frameworks* para a integração de serviços de geolocalização.

```
1 SELECT Posts.Title,Posts.Tags as Tag,Posts.Body as Body,  
2 Posts.CreationDate as Created,Posts.LastActivityDate as LastActive from Posts  
3 WHERE Posts.Tags like '%openstreetmap%'  
4 AND Posts.Tags like '%android%'  
5 ORDER BY LastActive DESC;
```

Figura 11 - Requisição SQL para posts com tags openstreetmap e android

Estas bibliotecas permitem aos desenvolvedores acessar os dados disponibilizados pelo OpenStreetMap diretamente através de classes, métodos e funções, assim como trabalhar com os metadados presentes na base de dados por meio de exportação para bancos de dados. Essas formas de trabalhar com a base garantem que os dados envolvidos sempre estarão atualizados.

Realizamos um filtro mais específico para avaliar melhor os *frameworks* adicionando *tags* “[nome do framework]”, e obtivemos como retorno poucos resultados, de modo geral, com exceção de uma única biblioteca: o Osmdroid (52.31% dos dados). Um exemplo das requisições SQL utilizadas com o novo filtro pode ser conferido abaixo. Nele, obtivemos como retorno apenas perguntas do Stack Overflow que possuem pelo menos três *tags*: openstreetmap, android e osmdroid.

```
1 SELECT Posts.Title,Posts.Body as Body,Posts.LastActivityDate as LastActive from Posts  
2 WHERE Posts.Tags like '%openstreetmap%'  
3 AND Posts.Tags like '%android%'  
4 AND Posts.Tags like '%osmdroid%'  
5 ORDER BY LastActive DESC;
```

Figura 12 - Requisição SQL para posts com tags openstreetmap, android e osmdroid

4.2 P2: Quais são as dificuldades de trabalhar com o OpenStreetMap?

Existem muitas formas de trabalhar com os dados do OpenStreetMap. Isso pode confundir muitos desenvolvedores, pois, a depender da tecnologia em construção, podem haver bibliotecas que se adequam melhor ao projeto. No entanto, essa informação é difícil de obter apenas buscando pelas documentações. Com isso, muitos deles optam por questionar outros desenvolvedores para utilizar o melhor *framework* para o problema. Além disso, também temos que a documentação apresenta os primeiros passos e funções básicas, deixando a desejar quanto a soluções mais complexas e alternativas de utilização do mapa.

Nesta seção analisaremos os dados obtidos pela mineração do repositório do Stack Overflow estaticamente para identificarmos as maiores dificuldades encontradas pelos desenvolvedores com relação à manipulação dos dados do OpenStreetMap em aplicações *Android*, seja por meio de *frameworks* com alta abstração (classes, métodos e funções prontas) como através de bibliotecas com baixa abstração (trabalhar com os dados manualmente utilizando um banco de dados obtido a partir da biblioteca).

Notamos que há três tipos de perguntas realizadas com maior frequência pelos usuários que serão descritas a seguir.

4.2.1 Framework a ser utilizado

Há uma gama imensa de *frameworks* que dão suporte ao OpenStreetMap para aplicações *Android*. Contudo, nem sempre essas bibliotecas possuem documentações ou wikis para auxiliar os desenvolvedores. Além disso, cada *framework* tem foco em conjuntos específicos de funcionalidades, como navegação, imagens estáticas do mapa, dentre outros. Torna-se custoso verificar quais funcionalidades são suportadas por quais APIs com o melhor desempenho. Dessa forma, desenvolvedores veem no fórum uma alternativa: recorrer a quem já utilizou as bibliotecas para descobrir qual seria a melhor opção de uso, dependendo do tipo de aplicação em produção. Após a análise, vimos que 51 perguntas se encaixam nesse grupo (11.81%).

4.2.2 Perguntas básicas

Questões que fazem parte desse grupo estão relacionadas a dúvidas simples e que as respostas podem ser encontradas na documentação básica disponível nas wikis dos *frameworks*. Os usuários fazem referência às wikis específicas de acordo com a biblioteca sobre a qual o perguntador está trabalhando.

As documentações apresentam-se como de difícil acesso e compreensão, visto que vários problemas referentes ao uso dos *frameworks* em suas funcionalidades

básicas (mostrar mapa na aplicação, inserir marcadores, inserir janela de informações sobre marcadores, dentre outros) são questionados no fórum. Desenvolvedores que respondem a essas perguntas costumam dar uma breve explicação da causa do problema e referenciar a wikis ou tutoriais, facilitando o acesso à informação necessária e disponibilizada pelos projetos que gerenciam tais bibliotecas. Após a análise, vimos que 103 perguntas se encaixam nesse grupo (23.84%).

4.2.3 Perguntas complexas

Questões que fazem parte desse grupo estão relacionadas a dúvidas mais difíceis e que as respostas não costumam estar presentes na documentação básica disponível nas wikis dos *frameworks*. Os usuários que respondem as perguntas costumam contribuir com trechos de código, assim como sugestões acerca das informações do problema disponibilizadas pelos perguntadores, sendo este o parâmetro considerado para considerarmos um pergunta como complexa. Às vezes, também há referência à documentação, porém voltada para a consolidação da ideia apresentada na resposta. Após a análise, vimos que 203 perguntas se encaixam nesse grupo (46.99%).

Nem sempre a resposta dada é a que engloba ou resolve o problema apresentado pelo perguntador. No entanto, é possível avaliar tanto o código provido pelo usuário que realizou a pergunta como pelo usuário que a respondeu, podendo esta informação ser útil futuramente para outros usuários, e que não está contida na documentação oficial dessas APIs.

4.3 P3: Como a experiência do programador garante qualidade ao framework/biblioteca sugerido?

Nesta seção, analisamos os usuários que realizaram as perguntas e as respostas com o intuito de avaliar se desenvolvedores com maior reputação respondem aos com menor reputação, lembrando que focamos em perguntas que possuem respostas eleitas como “soluções” pelo usuário que levantou a questão. Executamos a requisição SQL a seguir para obtermos as informações desejadas acerca das reputações dos usuários para as perguntas que possuem respostas que foram eleitas como melhor solução.

```

1 SELECT q.Title as Title,q.AnswerCount as Anwsers,q.OwnerUserId as asker,
2 a.OwnerUserId as solver,a.LastEditorUserId as improver,a.Body,
3 u1.Reputation as askerReputation,u2.Reputation as solverReputation,
4 u3.Reputation as helperReputation
5 FROM Posts q INNER JOIN Posts a ON q.AcceptedAnswerId = a.Id
6 LEFT JOIN Users u3 ON a.LastEditorUserId = u3.Id, Users u1, Users u2
7 WHERE q.Tags LIKE '%openstreetmap%'
8 AND q.Tags LIKE '%android%'
9 AND a.PostTypeId = 2
10 AND q.OwnerUserId = u1.Id
11 AND a.OwnerUserId = u2.Id;

```

Figura 13 - Requisição SQL para posts com tags openstreetmap e android possuindo resposta eleita "melhor solução"

A partir do resultado da requisição, foram gerados gráficos com os dados extraídos. A Figura 1 representa as reputações dos usuários envolvidos em perguntas que possuem respostas eleitas como melhor solução, podendo possuir também um usuário otimizador da resposta, enquanto que a Figura 2 mostra as perguntas que se encaixam no perfil desejado (perguntador com reputação inferior a resolvidor em um intervalo de reputação).

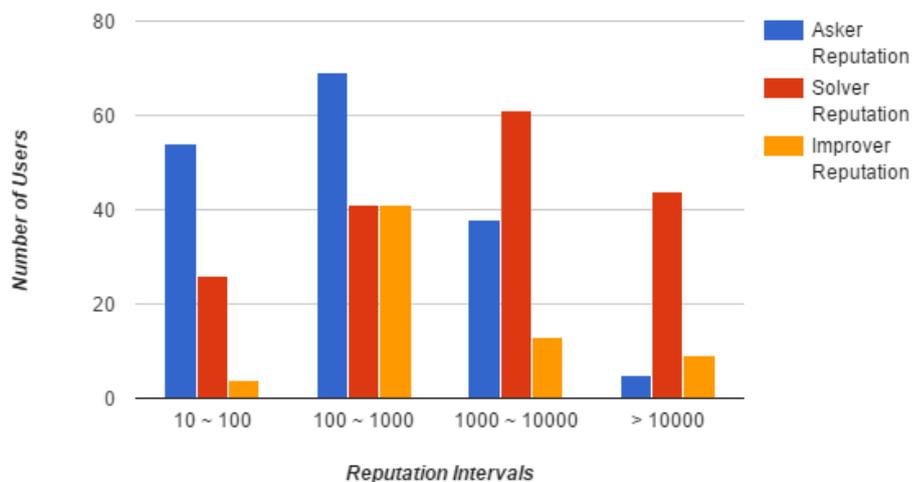


Figura 14 - Gráfico para perguntadores, resolvidores e otimizadores de perguntas e respostas divididos em intervalos de reputação

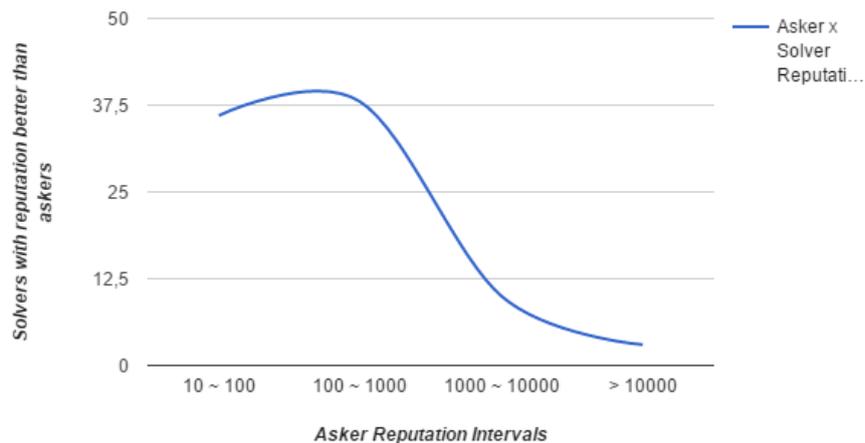


Figura 15 - Gráfico para resolvedores com reputação em intervalos superiores aos perguntadores

Podemos observar pela Figura 1 que a quantidade de perguntas é maior para usuários com reputações mais baixas (intervalos de baixa e média reputação) e diminuem à medida que a reputação do perguntador aumenta. Já os usuários que responderam às perguntas ou otimizam elas estão concentrados nos intervalos maiores, como esperado.

Contudo, a Figura 2 mostra que 49.71% das questões levantadas se encaixam como resolvedores com reputações maiores que os perguntadores. Também percebemos que boa parte das respostas vêm de resolvedores com reputações no mesmo intervalo de reputação definido pelo trabalho, sendo estes 35.43% dos casos. Os valores obtidos para gerar este gráfico condizem com esperado, visto que a maioria das perguntas concentram-se nos intervalos de reputação mais baixos.

4.4 P4: As perguntas e respostas aumentaram o interesse e facilitaram a utilização do OpenStreetMap?

Finalmente, analisamos se o interesse dos desenvolvedores pelo OpenStreetMap aumentou ao longo dos anos. Executamos requisições SQL para obter as perguntas relacionadas apenas ao OpenStreetMap (filtro por *tag* “openstreetmap”) em comparação com as perguntas referentes ao uso da base associada a aplicações *Android* (filtro por *tags* “openstreetmap” e “android”), ambas ordenadas por ano e apresentadas a seguir.

```

1 SELECT Posts.Title,Posts.Tags as Tag,Posts.Body as Body,
2 Posts.CreationDate as Created,Posts.LastActivityDate as LastActive from Posts
3 WHERE Posts.Tags like '%openstreetmap%'
4 ORDER BY LastActive DESC;
```

Figura 16 - Requisição SQL para posts com tags openstreetmap

```

1 SELECT Posts.Title,Posts.Tags as Tag,Posts.Body as Body,
2 Posts.CreationDate as Created,Posts.LastActivityDate as LastActive from Posts
3 WHERE Posts.Tags like '%openstreetmap%'
4 AND Posts.Tags like '%android%'
5 ORDER BY LastActive DESC;

```

Figura 17 - Requisição SQL para posts com tags openstreetmap e android

Considerando a imagem apresentada abaixo, observamos que houve um crescimento de buscas referentes ao OpenStreetMap no Stack Overflow, tanto à base de dados de modo geral como a *frameworks* associados ao seu uso. Podemos notar que o interesse por integração dos serviços de geolocalização em aplicações *Android open source* representa uma parcela considerável dos dados ao longo dos anos (média de 15.28 com desvio padrão 7.75). A média do número de questões por ano é de 48, com desvio padrão de 39.83. Esse valor elevado no desvio deve-se ao fato de que no início (2009 e 2010) houve baixa procura pelo OpenStreetMap referente a *Android*, tendo um enorme crescimento entre os períodos de 2011 e 2012 e estabilizando o aumento de questões nos anos seguintes. Também levamos em consideração os dados do início de 2017, tendo poucas buscas até então devido a quantidade de tempo (apenas um mês) e que afeta diretamente o resultado da variação.

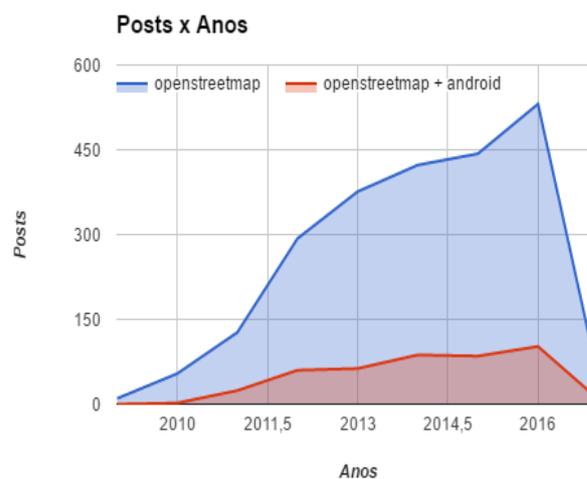


Figura 18 - Gráfico para crescimento de quantidade de requisições ao Stack Overflow para tags openstreetmap e android

5 Conclusões e trabalhos futuros

Neste trabalho, investigamos perguntas e respostas da comunidade do Stack Overflow onde as questões tratam de dúvidas e dificuldades que os desenvolvedores encontraram ao tentar utilizar o OpenStreetMap para aplicações *Android*. Com base na metodologia proposta por Gustavo [3], fomos capazes de extrair dados da base do Stack Overflow e analisá-los com o intuito de identificar as formas de trabalhar com OpenStreetMap, assim como detectar algumas das dificuldades encontradas durante o processo de desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis. Também percebemos que mesmo com os filtros selecionados, os resultados obtidos foram bem restritos ou voltados apenas para um tipo de *framework*, mostrando que o foco dos desenvolvedores é criar aplicações que utilizam uma funcionalidade: interações dinâmicas de mapa. Baseado nos resultados encontrados pelas requisições SQL utilizadas e nas bibliotecas que suportam tal funcionalidade, temos que o *framework* que possui maior aceitação pela comunidade é o *Osmdroid*, sendo este nossa recomendação de uso para desenvolvimentos futuros envolvendo aplicações *Android open source*.

Além disso, percebemos que houve um crescimento considerável do interesse dos usuários do Stack Overflow pelo OpenStreetMap, tanto para aplicações *Android* como para a base de dados.

Trabalhos futuros incluem a criação de uma IDE que dê suporte à utilização de *frameworks* baseado em trechos de código presentes nas respostas das perguntas relacionadas ao OpenStreetMap para aplicações *Android*.

Referências Bibliográficas

1. Kamber, M.; Han, J.; Pei, J. *Data Mining: Concepts and Techniques*. Wyman Street, Massachusetts: Elsevier Usa. 2011. 744 p.
2. Bennett, J. *OpenStreetMap: Be your own cartographer*. Packt Publishing Ltd. 32 Lincoln Road, Olton: Birmingham, B27 6PA, UK. 2010. 234 p.
3. Kamei, F.; Pinto, G. *What Programmers Say About Refactoring Tools? An Empirical Investigation of Stack Overflow*. 6th International Workshop on Refactoring Tools (WRT), 4th Conference on Systems, Programming, Languages and Applications: Software for Humanity, 2013. Disponível em <<http://gustavopinto.org/lost+found/wrt2013.pdf>>. Acesso em 06 dez. 2016
4. Ponzanelli, L.;Bavota, G.; Penta, M. D.; Oliveto, R.; Lanza, M. *Mining StackOverflow to Turn the IDE into a Self-confident Programming Prompter*. ACM, 11th Working Conference on Mining Software Repositories (MSR'14), 2014. Disponível em <<http://www.inf.usi.ch/faculty/lanza/Downloads/Ponz2014b.pdf>>. Acesso em 22 dez. 2016
5. OpenStreetMap Wiki contributors; *OpenStreetMap Wiki*. Disponível em <http://wiki.openstreetmap.org/w/index.php?title=Main_Page&oldid=1060762>. Acesso em 23 dez. 2016
6. Osmroid Wiki contributors; *Osmroid Wiki*. Disponível em <<https://github.com/osmdroid/osmdroid/wiki>>. Acesso em 14 jan. 2017
7. MapboxAndroidServices contributors; *Mapbox Android SDK*. Disponível em <https://www.mapbox.com/android-sdk/#mapbox_android_services>. Acesso em 22 jan. 2017
8. Mapsforge contributors; *Mapsforge*. Disponível em <<http://mapsforge.org>>. Acesso em 24 jan. 2017
9. Stone, T.; *Stack Exchange Data Explorer*. Disponível em <<http://data.stackexchange.com/>>. Acesso em 14 dez. 2016

Apêndice

Tutorial sobre consultas online utilizando *Stack Exchange Data Explorer*, assim como lista de requisições SQL utilizadas ao longo do trabalho: <https://sites.google.com/a/cin.ufpe.br/uma-analise-sobre-implementacoes-de-mapas-em-aplicacoes-android-open-source/>