

Aplicativo para Análise de Cobertura e Taxa de Dados de Redes Celulares

Eduardo A. Cunha, Eduardo C. R. Costa, Jorge G. S. Santos, Vitor A. Carazza, Ugo S. Dias

Resumo—Este artigo de iniciação científica descreve um sistema colaborativo de medição, armazenamento e análise de dados relacionados a redes de celulares. É composto por um aplicativo para o Sistema Operacional *Android* e uma plataforma computacional que constitui o *back-end*, utilizado para processamento e cálculos a partir dos dados medidos pelos usuários. O sistema foi concebido com a intenção de utilizar *crowdsourcing* para gerar um panorama que permita uma visualização geral e neutra de cobertura e qualidade das redes móveis.

Palavras-Chave—Aplicativo celular, cobertura, medição, sistemas, taxa de dados.

I. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a demanda por serviços em redes celulares vem crescendo. Para atender a essa demanda, faz-se necessário que as operadoras de redes móveis tenham a capacidade de gerenciar o crescimento contínuo de suas redes, através de um monitoramento eficiente.

Este artigo de Iniciação Científica descreve uma proposta de aplicação móvel em *Android* com o objetivo de medir e analisar a intensidade do sinal de redes celulares, assim como a taxa de dados trafegados pelos usuários de forma colaborativa.

II. ARQUITETURA DO SISTEMA

O sistema de medição desenvolvido apresenta arquitetura cliente-servidor e, portanto, é composto por dois módulos principais: um aplicativo para celulares baseado no sistema operacional *Android* e uma aplicação Web sendo executada em servidores remotos responsável pela API (*Application Programming Interface*) REST (*Representational State Transfer*) para comunicação com os dispositivos e pelas imagens de mapa mostradas aos usuários.

A. Aplicativo Android

O aplicativo em execução nos dispositivos é o meio dos usuários visualizarem os dados processados pelo servidor, permitindo que os parâmetros medidos sejam coletados durante essa visualização das informações. Assim, o aplicativo é responsável por realizar as medições, enviar essas medições para os servidores para processamento e apresentar os dados colaborativos processados para os usuários.

Utilizando-se da API fornecida pelo Google, diversos parâmetros da rede e do dispositivo são obtidos e armazenados em banco de dados local em intervalos de tempo configurável, tais como a potência do sinal recebido, identificação da célula, IMEI (*International Mobile Equipment Identity*), nome da operadora, tecnologia e localização.

Os autores pertencem ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília. E-mails: eduardoaraujocunha@gmail.com, {eduardo.calandrini,jorge,vitor.carazza}@redes.unb.br e ugodias@ieee.org.

A pesquisa de Eduardo A. Cunha foi parcialmente apoiada pela CNPq. As pesquisas de E. C. R. da Costa e U. S. Dias foram parcialmente apoiadas pela SENACON-MJ (TED 01/2015 MJ-FUB). A pesquisa de J. G. S. dos Santos foi parcialmente apoiada pela CAPES e pela SEST-MP (TED 011/2016 MP-FUB). A pesquisa de Vitor A. Carazza foi parcialmente apoiada pela CAPES.

Com o intuito de otimizar o consumo da bateria e proporcionar melhor experiência para os usuários, os dados obtidos não são processados no aplicativo. Em intervalos de tempo configuráveis dinamicamente, as medições salvas localmente são enviadas ao servidor.

Adicionalmente, foi implementado um mecanismo para armazenamento contínuo das medições em caso de falta de conexão com a internet. A comunicação do servidor é feita utilizando-se objetos do tipo JSON e o envio dos dados acontece por meio de execução em *background* e de forma assíncrona.

B. Servidores

Os servidores são responsáveis por armazenar, processar e retornar os dados calculados de forma estruturada para a apresentação no aplicativo. A comunicação entre o servidor e o aplicativo é realizada por meio de uma autenticação *JSON Web Token*, responsável por atribuir as medições feitas pelo dispositivo a algum usuário. Para tratar inserções indevidas das medições no banco, há validações como a verificação da presença dos dados de localização, modelo do dispositivo celular, identificador do usuário e número de versionamento do sistema. As medições dadas como inválidas são descartadas para evitar o comprometimento dos cálculos e o processamento desnecessário do servidor.

Com os dados obtidos, foi possível gerar o mapa de cobertura e, também, o ranking entre as operadoras locais vistos nas Figuras 1 e 2, respectivamente. O posicionamento da operadora no ranking é calculado pelo servidor a partir da equação

$$v_i = \left(\frac{1}{w_c + w_p} \right) \left(w_c \frac{c_i}{\max c_i} + w_p \frac{p_i}{\max p_i} \right) \quad (1)$$

em que v_i representa o valor usado para classificação referente à operadora i , w_c e w_p são os pesos atribuídos à contagem de hexágonos e à média de intensidade de sinal, respectivamente, c_i é a contagem de hexágonos para a operadora i e p_i é o valor da média de intensidade de sinal para a operadora i . Os valores dos pesos w_c e w_p são ajustados arbitrariamente.

III. DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO

Inicialmente, o aplicativo foi desenvolvido utilizando o padrão de projeto *singleton* [1]. Com o amadurecimento do desenvolvimento, percebeu-se que esse padrão escolhido não era apropriado, tornando necessária a troca para o padrão *single activity* [2]. Esse padrão consiste em criar apenas uma *activity* e se utilizar de *fragments* para alterar o conteúdo visualizado pelo usuário. Com essa alteração, tornou-se mais fácil controlar a execução do aplicativo devido a melhor organização e reuso de código.

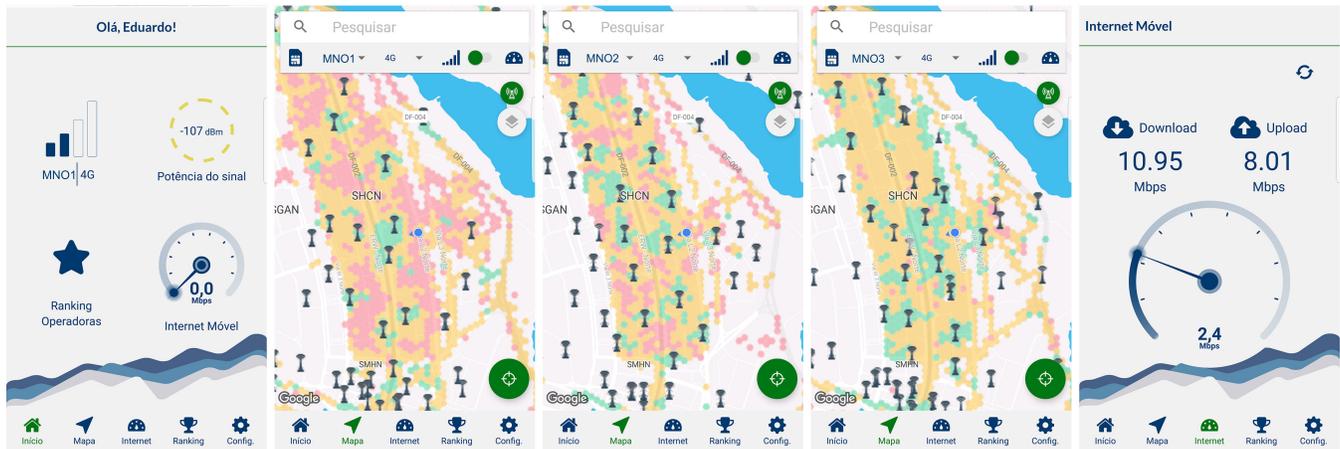


Figura 1. Principais telas do aplicativo. No menu Mapa, as cores apresentam as intensidades médias de sinal recebido. Verde: maior que -80 dBm. Amarelo: entre -100 e -80 dBm. Vermelho: menor que -100 dBm. Local em destaque: Asa Norte, Brasília-DF. No menu Internet, o teste de taxa pode ser executado.



Figura 2. Ranking georreferenciado para redes 2G, 3G e 4G. Local: UnB.

O aplicativo utilizava o Banco de Dados *Realm* [3] devido o suporte ao assincronismo. No entanto, o *Realm* aumentou consideravelmente o tamanho do espaço ocupado pela aplicação. Visando a economia de recursos, uma nova técnica foi empregada para lidar com a persistência dos dados localmente: a biblioteca *Room* [2]. Essa biblioteca é responsável por criar uma camada de abstração sobre o *SQLite*, um banco de dados relacional leve. Essa mudança resultou em uma aplicação com menor tamanho, mais estável e personalizável.

IV. RESULTADOS

As Figuras 1 e 2 mostram exemplos da apresentação dos dados calculados pelo servidor. Na Figura 1 pode-se observar mapas de cobertura de três operadoras distintas, além de um teste de internet móvel para uma das MNOs (*Mobile Network Operator*). Esse teste também é resultado do desenvolvimento deste trabalho, possibilitando ao usuário ter uma compreensão individual da velocidade de sua conexão. O teste é feito em duas etapas, a primeira consiste no *download* de 10 MB de um arquivo hospedado no servidor da aplicação e a segunda consiste no *upload* de um arquivo de 2 MB para o mesmo servidor.

A Figura 2 apresenta o ranking georreferenciado calculado por meio da Equação (1), a partir de informações relacionadas à cobertura de cada MNO. Esta é uma informação útil de comparação e de conhecimento da situação atual das redes celulares onde o usuário está localizado.

A partir dos mapas de intensidade de sinal e da taxa de dados é possível ver que o padrão dos hexágonos reflete

não só o comportamento aferido a partir dos dados obtidos pelos usuários, mas, também, apresentam o padrão esperado considerando o posicionamento das ERBs (Estação Rádio-Base) presentes na base disponibilizada pela ANATEL [4].

Além da intensidade de sinal, o aplicativo também é capaz de realizar medições de taxa de dados de *download* e *upload*, feitas em *background*, de modo a possibilitar uma investigação da experiência do usuário na rede de dados da operadora em que está autenticado.

A estabilidade no comportamento da aplicação é percebida após diversas campanhas de medição realizadas em locais variados, dentre eles, cidades como Brasília, Campinas, Recife, Fortaleza, Belém, algumas rodovias brasileiras e até mesmo em diferentes países como Estados Unidos, Canadá, Cingapura, Islândia, França e Dubai.

V. CONCLUSÃO

Este artigo apresentou um aplicativo desenvolvido para realizar medições e análises de cobertura de sinais recebidos pelos aparelhos dos usuários de redes celulares, assim como investigar as taxas de dados trafegadas. O aplicativo tem como premissa que todas as informações sejam coletadas a partir dos aparelhos dos usuários. O uso de hexágonos dinâmicos no mapa de cobertura e a capacidade de gerar imagens de mapas com qualquer informação coletada como intensidade de sinal e taxa de dados trafegada, são diferenciais importantes apresentados aqui. Os resultados apresentados são promissores e, possivelmente, úteis para as operadoras que atuam em uma dada região possam analisar potenciais falhas de cobertura, mapear o perfil de uso de tráfego de seus clientes na região, dentre outros benefícios. Em breve essa ferramenta será disponibilizada para *download* gratuito na loja de aplicativos da Google.

REFERÊNCIAS

- [1] Ralph Johnson Erich Gamma, Richard Helm and John Vlissides. *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison Wesley, 2010.
- [2] Android developer. <https://developer.android.com/>. Acessado: 2018-04-19.
- [3] Realm for android. <https://realm.io/blog/realm-for-android/>. Acessado: 2018-04-19.
- [4] Sistemas da agência nacional de telecomunicações. <https://sistemas.anatel.gov.br/sis/SistemasInterativos.asp>. Acessado: 2018-04-19.