

# Protótipo de Aplicação para Análise de Intensidade de Sinais de Redes Celulares

Jorge Guilherme S. Santos, Eduardo Calandrini Rocha da Costa, Mateus Almeida Rocha, Vitor de Aguiar Carazza, Ugo Silva Dias

**Resumo**—Este artigo apresenta o desenvolvimento e os princípios de funcionamento de uma plataforma computacional baseada em *crowdsourcing* para medição da intensidade de sinal de redes celulares formada por um aplicativo para *smartphones* Android e uma plataforma de alta capacidade de processamento em servidores remotos.

**Index Terms**—Medição, Android, Banco de Dados, *crowdsourcing*, Redes Móveis, Celular

## I. INTRODUÇÃO

Com o avanço do desenvolvimento das tecnologias e da expansão do uso de *smartphones* no mundo, houve um aumento na utilização de redes celulares para comunicação por voz e, principalmente, acesso à Internet. Esse crescimento evidencia o impacto dos usuários no sistema e, conseqüentemente, a necessidade de melhorias constantes na infraestrutura de redes das operadoras móveis.

Dessa forma, torna-se válida a criação de um sistema de medição e avaliação de qualidade das redes dessas operadoras de forma a permitir acompanhamento quase em tempo real. A natureza baseada em *crowdsourcing* dessa abordagem faz com que os custos para as operadoras sejam reduzidos em relação aos tradicionais *drive-tests* que utilizam equipamentos especializados, além de fornecer informações de forma transparente para os clientes das empresas.

Ao longo das próximas seções serão apresentadas as características fundamentais do sistema, incluindo a organização e o funcionamento resumido dos principais componentes. Ao final, serão mostrados alguns dos dados que puderam ser inferidos por meio do sistema.

## II. VISÃO GERAL DO SISTEMA

O sistema de medição se baseia em utilizar *smartphones* que executam o sistema operacional *Android* para realizar as medições. Uma API disponibilizada pelo Google [3] é utilizada no código do aplicativo, tornando possível obter diversas informações sobre a rede celular do usuário.

Devido à grande diversidade de *smartphones* disponíveis no mercado e à sua grande popularidade, o sistema possui uma natureza baseada em *crowdsourcing*, ou seja, foi desenvolvido levando em consideração uma base de usuários muito grande, o que aumenta a quantidade e diversidade dos dados coletados e portanto permite dar maior relevância às informações inferidas.

Os autores pertencem ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília. Emails: eduardo.calandrini@hotmail.com, {jorge,mateus,vitor.carazza}@redes.unb.br,udias@unb.br.

Além disso, por conta do tamanho da base de usuários e da quantidade de dados, há a necessidade de um ponto de centralização de dados e de uma aplicação remota para cálculos complexos. Assim, a aplicação precisou ser dividida em duas partes principais: uma parte mais leve em execução nos *smartphones* chamada *cliente*, responsável por coletar os dados e oferecer uma interface amigável para o usuário, e uma parte responsável pelo armazenamento dos dados e execução de cálculos em larga escala, em execução em um conjunto de servidores remotos de grande capacidade de processamento.

### A. Componente do aplicativo (*cliente*)

Os usuários visualizam os dados agregados do sistema através do próprio aplicativo, conforme mostra a Figura 1. Na visualização há hexágonos sobrepostos à superfície terrestre, cujas cores representam o intervalo da média da intensidade de sinal de todas as medições realizadas dentro da região abrangida pelo próprio hexágono. O formato hexagonal foi escolhido por ser o mais próximo de um formato circular e pela facilidade em encaixar os polígonos e cobrir a superfície terrestre.

As configurações do aplicativo são parametrizadas no servidor. Um dos parâmetros que pode ser definido é o intervalo entre medições, que assume o valor padrão de 60 segundos durante utilização normal ou 2 segundos para os testes da equipe quando é necessário obter muitos dados sobre uma região específica.

A cada período de tempo configurado, uma série de dados são enviados para o servidor, entre eles a intensidade e sinal (em dBm), a localização (longitude, latitude e precisão), tecnologia (2G, 3G ou 4G), operadora e alguns dados adicionais, como código de área.

### B. Componente dos servidores

Os servidores são divididos em duas partes principais: um servidor de banco de dados e um servidor de aplicação. O servidor de banco de dados é responsável por armazenar os dados coletados, enquanto o servidor de aplicação é responsável por verificar e tratar os dados recebidos dos *smartphones* e enviar os dados corretos para o banco de dados.

Devido à alta capacidade de processamento dos servidores, eles são as entidades responsáveis por realizar todos os cálculos que são complexos o bastante para prejudicar a experiência do usuário, o que deixa a aplicação mais leve. Esse cuidado com a experiência do usuário é essencial para o

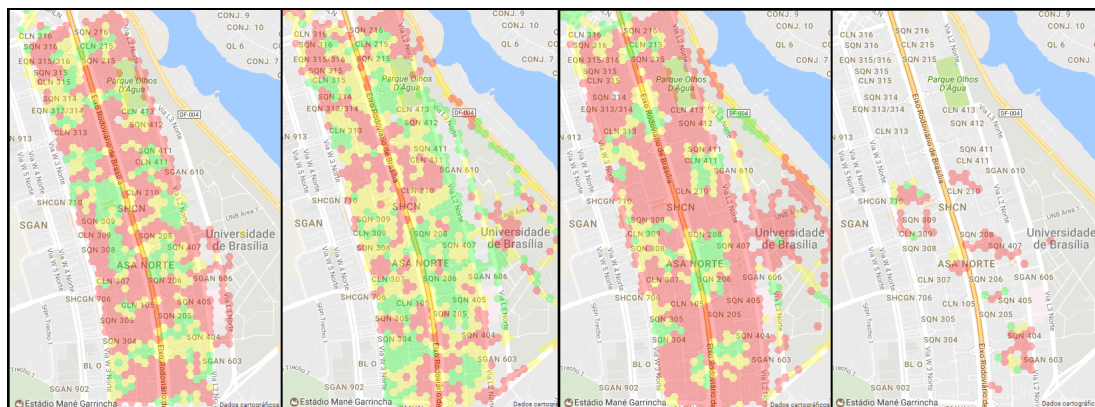


Figura 1. Telas do aplicativo mostrando os hexágonos sobrepostos no mapa. Cada tela representa os hexágonos de uma operadora diferente. As cores refletem média de intensidade de sinal: menos que -90 dBm: vermelho; entre -90 e -80 dBm: amarelo; acima de -80 dBm: verde. Da esquerda para a direita: operadoras 1 a 4.

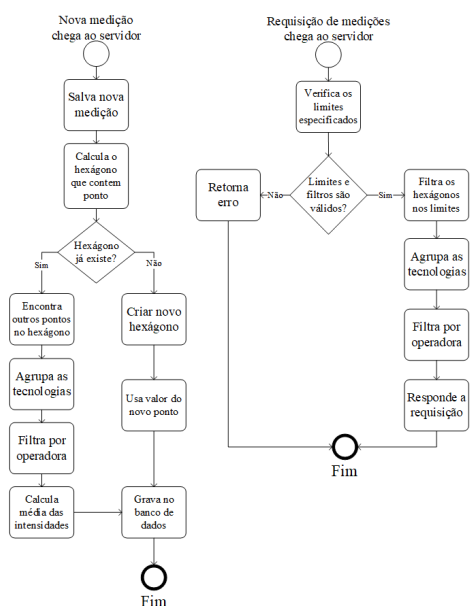


Figura 2. Fluxograma representando o funcionamento do componente nos servidores

modelo de *crowdsourcing*, uma vez que o objetivo é formar uma grande base de usuários.

O funcionamento dos servidores pode ser resumido na Figura 2, na qual é possível observar dois tipos básicos de interação com os clientes: gravação ou leitura de dados. As gravações de dados se referem a cada uma das medições que são enviadas pelos *smartphones* enquanto as operações de leitura se referem à obtenção de informações do servidor que devem ser visualizadas pelos usuários.

De forma resumida, a cada nova medição é disparada uma ação de atualização do hexágono que contém o novo ponto, ação que consiste basicamente em recalcular a média (em mW) da intensidade de sinal do hexágono incluindo todas as medições anteriores e a medição mais recente. Em cada operação de leitura o aplicativo informa um filtro formado pela região (coordenadas) de visualização, a operadora e a tecnologia para que o servidor possa retornar os hexágonos

correspondentes. O resultado da visualização é apresentado na Figura 1.

### III. RESULTADOS

Para mostrar o funcionamento da aplicação, foram feitos testes com diversos aparelhos, um em cada grande operadora que atua no Distrito Federal. As medições criaram 1,4 milhão de pontos de medição, o que resultou em diversos hexágonos, conforme mostra a Figura 1. Nela, é possível observar a agregação de tecnologias e os filtros por operadoras, além das diferenças na intensidade de sinal e cobertura das diferentes operadoras.

Como exemplo de cobertura a ser destacado, fica clara a deficiência de cobertura de sinal 4G da operadora 4. Já em termos de intensidade de sinal, a operadora 2 é a que melhor se destaca.

### IV. CONCLUSÃO

O sistema apresentado mostrou funcionar corretamente e retornar resultados relevantes e adequados com a proposta. Foi possível evidenciar com base na Figura 1 a utilidade para o usuário que deseja assinar um serviço de telefonia celular e precisa escolher uma operadora.

A forma como foram colocados os dados também permitem que as operadoras entendam melhor sua cobertura, sem a necessidade de utilização de equipamentos específicos. Por fim, as informações podem ser cruzadas para ajudar a posicionar melhor as torres e a quantidade de medições realizadas em cada região pode ser usada para ajudar a estimar a distribuição geográfica do tráfego da rede.

### REFERÊNCIAS

- [1] Saymon Della Flora, William Lautenschläger, Roberto Costa Filho, Valter Roesler, "Um método para análise comparativa de qualidade entre operadoras de serviço de dados da rede celular", 2016, Instituto de Informática - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- [2] Mads Lauridsen, Ignacio Rodriguez, Lars Moller Mikkelsen, Lucas Chavarria Gimenez, Preben Mogensen, "Verification of 3G and 4G Received Power Measurements in a Crowdsourcing Android App", 2016, IEEE Wireless Communications and Networking Conference.
- [3] Google Inc., "Developers reference", Abril 2017 [Online]. Disponível em: <https://developer.android.com/reference/classes.html>