

Crowdsourcing: Monitoramento da Qualidade das Redes Celulares Através de Ferramentas de Internet do Futuro

Danilo Luz da Silva¹
Richard Virag de Andrade²
Henrique Ferreira Ramos³
Fábio Henrique Cabrini⁴

Resumo:

Este trabalho tem por objetivo construir um sistema baseado na plataforma FIWARE para o monitoramento e análise da qualidade de sinal das redes 3G e 4G nas principais operadoras de telefonia celular no Brasil. Para a conclusão desse objetivo foi necessário o compartilhamento de um aplicativo desenvolvido para usuários Android que coletava dados de geolocalização e parâmetros de sinal de rede de diversos aparelhos utilizando de técnicas de *crowdsourcing* aplicadas em determinada região. A coleta dos dados consolidou a análise da intensidade e da qualidade do sinal nas localizações dos aparelhos com o aplicativo, permitindo a sua representação ser qualificada e representada em um mapa de calor por região explorada.

Palavras-chave: *crowdsourcing*; geolocalização; FIWARE.

Abstract:

This article has by objective to build a system based on Fiware platform to monitoring and analysis of the 3G and 4G networks quality of the most important mobile phone operators in Brazil. To achieve this goal it was necessary to share an app developed for Android users that collected geolocation data and network signals parameters using crowdsourcing techniques applied per region. The collected data allowed the intensity and quality analysis of the sign provided on different locations of the cellphones with the app, and a graphic and qualitative representation in a heat map per explored location.

Keywords: crowdsourcing; geolocation; FIWARE.

¹ Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica - São Bernardo do Campo.

² Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica - São Bernardo do Campo.

³ Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica - São Bernardo do Campo.

⁴ Professor Mestre na Faculdade de Tecnologia Termomecânica - São Bernardo do Campo.

Introdução

A expansão da tecnologia da informação em um cenário global tem gerado inúmeras mudanças na sociedade como um todo, onde em países menos avançados tecnologicamente e economicamente, é possível visualizar diversos problemas relacionados a esses avanços em múltiplos cenários, principalmente o que diz respeito a internet do futuro, entendida como uma nova proposta que visa dar maior flexibilidade para garantir mudanças e evolução (MOREIRA; FERNANDES; COSTA; DUARTE, p.31).

A proposta principal deste trabalho é apresentar uma forma de monitoramento da qualidade do sinal de internet móvel utilizando da tecnologia do FIWARE, uma plataforma que utiliza de um conjunto poderoso de API's para desenvolvimento (FIWARE), envolvendo conceitos como o *crowdsourcing*, definido como a distribuição de uma determinada função a um grupo definido de pessoas externas à uma organização (BRABHAM, 2008, p.2), e com esses conceitos e tecnologias apresentar em conjunto uma análise referente a qualidade do sinal das principais operadoras de telecomunicações no Brasil, e assim ter um pequeno fragmento para novas propostas de soluções dos principais problemas de internet no Brasil hoje.

ASU e dBm

A maioria dos dispositivos móveis utiliza uma representação gráfica em forma de barras de altura diferentes para mostrar ao usuário a força aproximada do sinal recebido pelo aparelho. Essa representação divide a faixa de operação do *dBm* em 5 colunas de 13 *dBm* cada uma. Quanto maior a altura da coluna, melhor é a qualidade do sinal oferecido pela rede móvel no presente momento (MANSERA, 2013).

O (*dBm*) decibel *miliwatt* é a medida da força utilizada para verificar a intensidade de um sinal de uma rede móvel, representado por ondas de rádio em *miliwatt* (mW). Essa medida é sempre negativa e apresenta uma faixa de operação que fica entre os valores -50 *dBm* e -115 *dBm*, sendo -50 *dBm* a representação do sinal de melhor qualidade e -115 *dBm* a representação de um sinal de qualidade ruim (MANSERA, 2013).

A recepção e a qualidade do sinal podem variar conforme a proximidade que o usuário se encontra de uma torre de transmissão, além de quaisquer obstruções causadas por edifícios ou árvores, por exemplo (MANSERA, 2013).

A potência de sinal medida em um dispositivo móvel pode ser representada por forma de um inteiro conhecido por ASU (*Arbitrary Strength Unit* ou em português, Unidade de Potência Arbitrária). Esse valor pode ser obtido através de uma fórmula: $P = 2 \cdot ASU - 113$. Nessa fórmula, P pode ser compreendido pela potência do sinal, medida em *dBm* e ASU a unidade de potência arbitrária. O ASU é um número inteiro que está no intervalo de 0 e 31, desta forma o intervalo de potência de sinal que podemos observar em dispositivos móveis é entre -51 dBm sendo $ASU = 31$ e de -113 dBm sendo $ASU = 0$ (PORTELA, 2015, p.24).

Antenas ERB

Uma antena de telefonia ou como são conhecidas Estações Rádio Base (ERB) são conjuntos de estações fixas onde os dispositivos móveis realizam comunicações. Estas estações estão interligadas à central de computação e controle, que estabelece uma conexão com o serviço de operação do cliente solicitante (operadora), e permite a realização de uma chamada telefônica. As ERBs são compostas pelo local físico onde estão instaladas, infraestrutura de comunicação, estrutura civil e energética e pela própria torre de comunicação em si (TELECO, 2016, p.1).

Durante uma ligação a central comutadora verifica em qual célula o aparelho se encontra, a mesma escolhe um par de frequência para que o telefone possa receber uma chamada. Assim que o telefone e a torre comutam para a mesma frequência a chamada é conectada e o usuário pode se comunicar (LAYTON; BRAIN; TYSON, 2013, p.3).

Crowdsourcing

O projeto utiliza para a obtenção dos dados de qualidade em diferentes regiões a técnica de *crowdsourcing*, na qual os usuários compartilham os seus dados de forma colaborativa, para que o resultado das análises gerem informações. Nesse contexto a divulgação da aplicação em *download* livre e gratuito pode atingir diferentes áreas do território nacional. Assim o alcance de monitoramento da aplicação depende da divulgação e acesso da ferramenta por todos que a utilizarem (UNILEVER, 2015).

A técnica de *crowdsourcing* pode ser encontrada e utilizada em diferentes atividades, sempre buscando a contribuição de pessoas interessadas em ajudar com suas opiniões, comentários, experiências e informações. Com a análise desses dados é possível dependendo da

situação, identificar problemas, entender atividades de uma determinada região, analisar comportamentos e encontrar padrões. Tudo buscando a melhoria de diversos serviços com o conhecimento real da situação (UNILEVER, 2015).

Segundo Jeff Howe, em entrevista para o livro E-empendedor, *crowdsourcing*, termo criado por ele, é quando uma empresa ou instituição terceiriza o trabalho a um grupo de pessoas indefinido. Também diz que não se trata de algo novo, mas que a evolução da internet causou o avanço e revolução desse conceito. E que as recompensas financeiras são incentivos menores ou periféricos, o maior valor está no conhecimento, de se sentir moderno e se divertir com a colaboração (GOOSSEN, 2009).

Existem diversos exemplos da utilização de *crowdsourcing* que comprovam sua eficiência onde é utilizado, um exemplo famoso é o da Unilever. A gigante global, líder em venda de bens de consumo, que mesmo possuindo grandes investimentos tecnológicos ainda propõem desafios para pessoas interessadas em contribuir com a empresa, como projetos de armazenamento de energia renovável, redução dos níveis de sódio em alimentos, criação de novos produtos e combate a vírus. Esses projetos podem ser encontrados no site foundry.unilever.com, onde mais campanhas de *crowdsourcing* mostram a eficiência dessa técnica (UNILEVER, 2015).

FIWARE

FIWARE é uma plataforma *middleware*, criada pela União Europeia para o desenvolvimento de aplicações globais para a internet. Esta plataforma possui uma API (Interface de Programação de Aplicativos) aberta, onde é encorajado o envolvimento dos usuários e desenvolvedores, visto que o objetivo máximo desta é tornar-se uma plataforma padrão com soluções reutilizáveis. Até que este objetivo principal seja alcançado, existe um outro objetivo em conjunto, que é facilitar o custo, eficácia da criação, entrega de aplicações e serviços da internet do futuro em diversas áreas, incluindo cidades inteligentes, transportes sustentáveis, logística, energia renovável e sustentabilidade ambiental (SILVA, 2016).

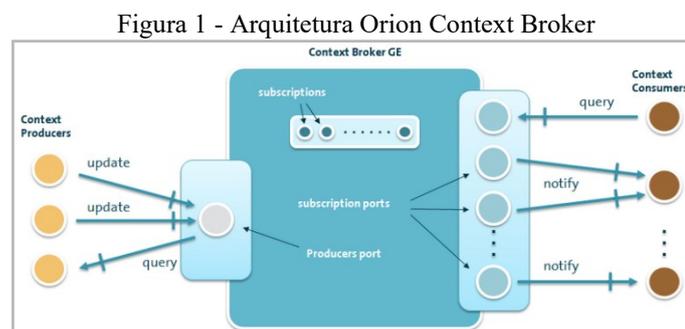
A plataforma é patrocinada e tem suporte do projeto FI-PPP (*Future Internet Public-Private Partnership*) da União Europeia. A plataforma e toda a sua ideologia é muito bem vista, pois promete muito para um futuro não tão distante. Grandes empresas e organizações como a European Consortium of Engineering, Telefónica, Orang S.A. e Atos anunciaram em março de 2015 um projeto para padronizar suas tecnologias com o FIWARE (SILVA, 2016).

O FIWARE *Lab* é utilizado mundialmente, possui uma grande comunidade de colaboradores na Europa e continua crescendo a cada dia em outros países como Brasil, e México. A plataforma FIWARE *Lab* permite ao usuário criar uma instância na nuvem a partir da escolha de uma imagem disponibilizada e suas especificações. A máquina é criada e fica à disposição para utilização de forma imediata na parte de instâncias, na qual é apresentado as informações em forma de tabela para cada instância criada, como: nome da instância, endereço IP, tamanho de disco, quantidade de núcleos e memória, chave, status da instância, tarefa e estado da máquina como por exemplo executar, reiniciar e desligar (FIWARE LAB, 2016).

Orion Context Broker

O *Orion Context Broker* é uma implementação que pode registrar operações de registro de produtores, atualizar informações de contexto e receber notificações no momento que houver alterações de contexto através de duas interfaces principais, a NGSI9 e a NGSI10. (FIWARE CATALOGUE, 2016).

Esse componente exerce sua função de servir e ter a funcionalidade de mediar entre os produtores de consumo e todas as informações fornecidas por eles, como sensores de temperatura e suas medições por exemplo (FIWARE CATALOGUE, 2016).



Fonte: FIWARE-WIKI 2016

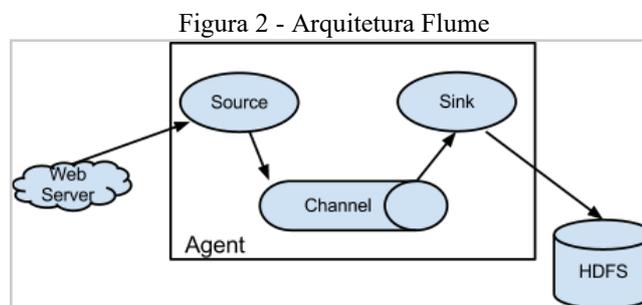
Cygnus

O *Cygnus* é o conector que permite uma visão histórica dos dados coletados, através da persistência desses dados em certos repositórios de terceiros. É um sistema distribuído e disponível para a coleta eficiente dos dados, agregação e movimentação dos mesmos. É uma tecnologia para abordar a concepção e execução de agentes de coleta e persistência de dados (FIWARE-CYGNUS, 2016).

O *Cygnus* possui sua estrutura baseada na arquitetura do *Apache Flume*, que consiste em um sistema de agregação, coleta e distribuição de registros, recebendo dados de fontes diversas e redirecionando-as para seus respectivos repositórios de armazenamento (APACHE FLUME, 2012).

A maneira mais simples de usar o *Cygnus* é seguir fluxos básicos que conforme a documentação do *Apache Flume* segue da fonte para o canal *sink*, não havendo grandes construções ou elementos básicos, como elemento de persistência. Cada fluxo possui uma raiz HTTP, e cada fonte recebe sua própria notificação de evento, para que assim um fluxo seja definido pelo operador (FIWARE-CYGNUS, 2016).

Dois componentes são importantes nessa arquitetura, são eles: evento *Flume* e agente *Flume*. Um evento *Flume*, é considerado um fluxo de dados que carrega um conjunto de *bytes* e atributos opcionais, por exemplo, no projeto quando um dispositivo móvel dispara novas informações para o *Orion Context Broker*, ele recebe esses dados, transfere ao *Cygnus*, que realiza a criação do evento *Flume* para que possa ser transmitido pelo agente *Flume*, que consiste em um processo Java Virtual Machine (JVM) que detêm dos componentes necessários para que os evento *Flume* transitem de uma fonte externa para o próximo destino (FLUME, 2012).



Fonte: APACHE FLUME 2012

Os eventos *Flume* são capturados de fontes externas e colocados em algum canal disponível pelo *Apache Flume*. Os eventos ficam armazenados até serem consumidos pelos *Flume sinks*, na qual são retirados dos canais e armazenados em algum repositório de armazenamento (Banco de dados) (APACHE FLUME, 2012).

Método de pesquisa

Para a realização deste trabalho foi realizada uma pesquisa exploratória e verificações experimentais para a análise do problema deste artigo. Esse estudo verificou as necessidades de melhorias na qualidade de sinal disponibilizadas através das redes móveis, visando empresas de telefonia e seus clientes, desenvolvendo uma solução através da aplicação de monitoramento de sinal.

Foi necessário compreender os problemas pela pesquisa experimental, que gerou dados primordiais para análise dos resultados. Os procedimentos de pesquisa utilizados no trabalho foram um levantamento bibliográfico, o desenvolvimento da aplicação de monitoramento de sinal de redes móveis, o armazenamento dos dados adquiridos e a análise e representação gráfica dos mesmos.

O levantamento bibliográfico foi realizado com o intuito de atingir o conhecimento necessário para se ter uma visão mais abrangente a respeito do problema de pesquisa, e sobre a utilização das ferramentas para desenvolvimento da aplicação. Logo após a configuração das ferramentas, iniciou-se a fase de levantamento dos requisitos da aplicação e o seu desenvolvimento, seguido pelos testes e análise dos dados gerados para alinhar as funções do aplicativo aos objetivos do trabalho.

Foram obtidas também informações sobre o funcionamento das redes de telefonia móvel, sistemas de monitoramento e ferramentas para o desenvolvimento da aplicação, utilizando a *Internet* na busca de sites especializados, artigos científicos, livros, teses de doutorado e dissertações de mestrado.

Por fim, a compreensão dos conceitos pesquisados forneceu uma base de conhecimento para definir de que modo poderia ser desenvolvida a aplicação de monitoramento e como esta aplicação poderia auxiliar todos os usuários de redes móveis

Detalhamento do experimento

Para a realização do experimento foram necessárias configurações criando um sistema sob a plataforma FIWARE e o desenvolvimento de um aplicativo *Android* para a coleta dos dados dos dispositivos de outros usuários. Isso permitiu a análise sobre os dados gerados.

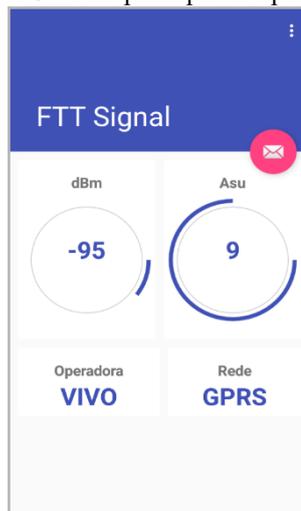
Na plataforma FIWARE foram configurados uma instância de servidor através da escolha de uma imagem fornecida, a “*Orion-psb-image-R5.2*” devido a necessidade do uso dos serviços *Orion Context Broker*, *Cygnus* e outros módulos *Generic Enablers*, como: *STH Comet*, e *Cosmos BigData*. As especificações para essa instância foram de 8192 (8GB) de memória, quatro *CPUs* (Unidade central de processamento) e 80GB de espaço de armazenamento em disco rígido. Essas configurações foram necessárias para suportar a alta incidência de dados que o projeto esteve disposto a receber.

As regras utilizadas para acesso das portas do servidor estão listadas a seguir:

- Porta 5050: Notificação *Cygnus*
- Porta 22: Acesso ao servidor via SSH
- Porta 1026: Porta de comunicação do *Orion Context Broker*
- Porta 27017: Porta padrão para comunicação com o MongoDB

O processo de desenvolvimento do aplicativo para sistema *Android* criou algoritmos para a coleta de dados dos usuários como geolocalização por latitude e longitude, unidade *Asu* e valores *dBm*, bem como o nome da operadora de telefonia e o tipo da rede fornecida (2G, 3G ou 4G). O aplicativo foi configurado para enviar esses dados periodicamente entre trinta segundos de intervalos utilizando mensagens *REST* (Transferência de Estado Representacional, em português).

Figura 3 - Tela principal do aplicativo



Fonte: Própria autoria

As mensagens REST são recebidas pelo *Orion Context Broker* disparadas com comandos CURL (biblioteca de linha de comando para transmitir dados com URL) por meio de aplicações

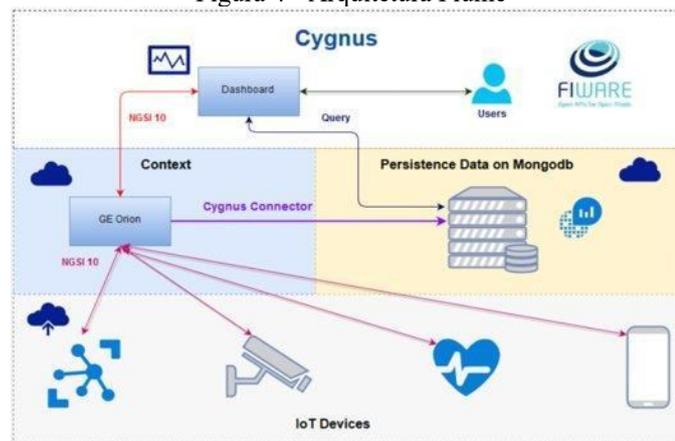
RestClient como o *Postman*. A aplicação cria a mensagem em formato JSON (*JavaScript Object Notation*) ou XML (*eXtensible Markup Language*) enquanto o aplicativo *Android* realiza a comunicação com o *Orion Context Broker* por meio de operações HTTP (*post, get, delete e patch*) em conjunto com APIs de NGSi, utilizadas para realizar operações nas informações recebidas.

Para cada novo usuário com seu dispositivo móvel é criada uma entidade através de mensagem REST com os dados referente a esse usuário, no formato JSON, enviados ao endereço de IP externo do servidor ou *virtual host* referente ao servidor como *Orion Context Broker* instalado obtido por '<ip-address>:1026/v2/entities'.

Quando novos usuários/dispositivos são identificados, realizam-se *subscriptions* para cada nova entidade. Dessa forma, os dados ficam cadastrados no banco de dados não relacional MongoDB. Os dados recebidos são filtrados pelas entidades cadastradas e em caso de serem diferentes do último envio com intervalo de trinta segundos, uma notificação é direcionada para o *Orion Context Broker* e repassada ao *Cygnus*.

O conector *Cygnus* realiza a função de intermediador de comunicação entre o *Orion Context Broker* e o banco de dados MongoDB. Neste processo o *Cygnus* recebe o do *Orion* os eventos já transformados em eventos *Flume* e os transfere ao canal do MongoDB através do *mongo-channel*. Esses eventos são posteriormente mapeados para estrutura HDFS (*Hadoop Distributed File System*) no *mongo-sink* e então armazenados no banco de dados.

Figura 4 - Arquitetura Flume



Fonte: Própria autoria

Para a representação gráfica dos dados recebidos após a coleta, o experimento fez o uso do sistema *CartoDB* que realizou a coleta dos registros do banco de dados e possibilita a criação de filtros com faixas de intervalos utilizados para verificar e representar visual em mapas com áreas

de calor medindo a intensidade do sinal recebido. Esta reprodução geolocalizada permitiu a visualização e análise dos resultados desse trabalho.

Análise dos resultados

A figura 5 revela as principais operadoras analisadas neste artigo, bem como a quantidade dos dispositivos que forneceram dados para cada uma delas. A amostra representativa deste estudo consistiu em dez dispositivos, sendo um dispositivo da operadora Nextel, dois dispositivos da operadora Claro e dois dispositivos da operadora Tim, quatro dispositivos da operadora VIVO e apenas um dispositivo da operadora Oi.



Fonte: Própria autoria

Com base na análise dos dados registrados no banco de dados a operadora VIVO representa 58,3% de todos os dados, a operadora TIM com 20,4% dos dados, a operadora Oi representando 10%, a operadora CLARO aproximadamente 6,5% e pôr fim a operadora NEXTEL com 4,8% dos dados.

A representação dos dados coletados e representados na plataforma CartoDB permitiu a representação visual ilustrando o mapa da figura 6.

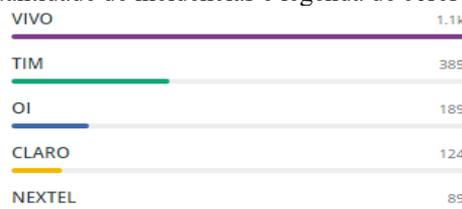
Figura 6 - Mapa de incidência de todas as operadoras



Fonte: Própria autoria

Com foco principal na região metropolitana de São Paulo, cada ponto colorido no mapa representa um envio feito pelo aplicativo e registrado no banco de dados. Esses pontos permitem traçar o trajeto percorrido pelo dispositivo de um usuário quando ativado para enviar dados ao sistema.

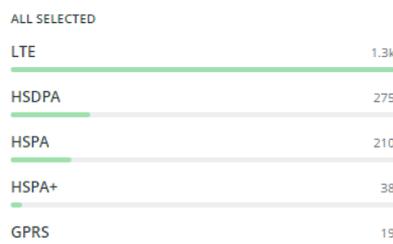
Figura 7 - Quantidade de incidências e legenda de cores das operadoras



Fonte: Própria autoria

A figura 8 representa todas as redes que foram identificadas durante o processo de coleta de dados pelos dispositivos em diferentes localidades da região metropolitana de São Paulo. Dessa forma é possível verificar quais tipos de redes enviaram mais quantidades de registros para a aplicação desse estudo.

Figura 8 - Todas as tecnologias de redes registradas

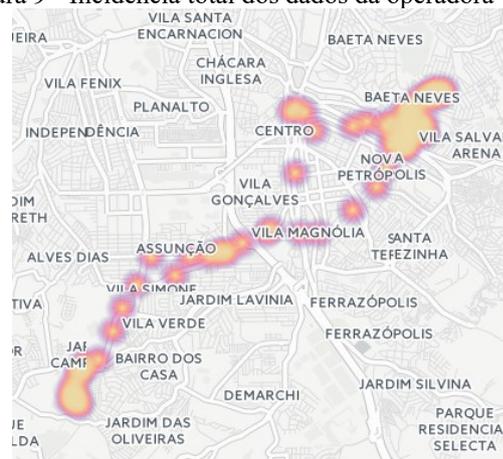


Fonte: Própria autoria

A análise da figura acima permite observar que 68,9% dos registros são de redes tipo 4G de tecnologia LTE (*Long-Term Evolution*), as redes tipo 3.5G e 3G de tecnologias HSDPA/HSPA+ (*High Speed Downlink Packet Access/High Speed Packet Access*) e HSPA representando 16,6% e 11,1% respectivamente e 1% de registros de redes tipo 2G de tecnologia GPRS (*General Packet Radio Service*).

Para fins de análise qualitativa dos indicadores de sinal de rede coletados, será usado somente a amostra referente a dispositivos com a operadora VIVO, devido a maior quantidade de registros armazenados durante o experimento. A totalidade desses dados estão contidos no mapa de calor abaixo, figura 9, onde é possível observar as regiões com mais incidência de dados (maior volume de registros) pelo tamanho da mancha de calor (quanto maior mais quantidade de dados).

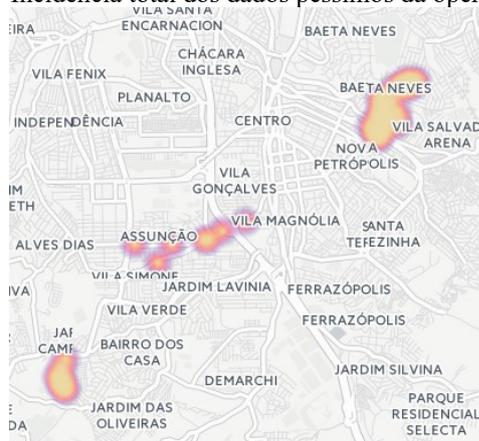
Figura 9 - Incidência total dos dados da operadora VIVO



Fonte: Própria autoria

Os dados contidos na faixa de -133 dBm a -107 dBm foram filtrados e classificados como qualidade de sinal péssima, gerando o seguinte mapa de calor ilustrado na figura 10. Com isso, do total de dados recebidos da operadora VIVO, as áreas com qualidade péssima de sinal estão demarcadas em pontos específicos onde o sinal praticamente é nulo.

Figura 10 - Incidência total dos dados péssimos da operadora VIVO



Fonte: Própria autoria

Os dados contidos na faixa de -107 dBm a -103 dBm foram filtrados e classificados como qualidade de sinal ruim, gerando o seguinte mapa de calor ilustrado na figura 11. Com isso, do total de dados recebidos da operadora VIVO, as áreas com qualidade ruim de sinal estão demarcadas em pontos específicos onde o sinal é baixo.

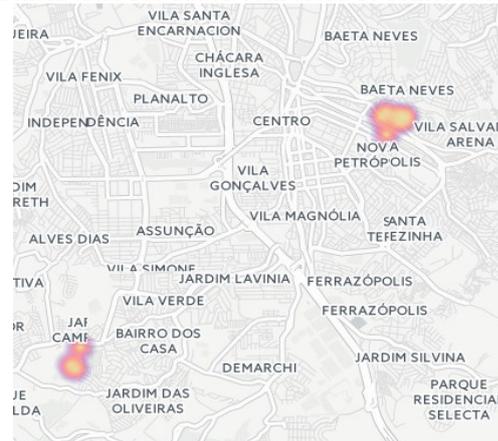
Figura 13 - Incidência total dos dados ótimos da operadora VIVO



Fonte: Própria autoria

Os dados que geraram valores próximos a 99 dbm foram classificados como áreas de sombra e ilustrado na figura 14. Nessas regiões o sinal é considerado fora de área e a rede não é identificada.

Figura 14 - Incidência total dos dados com áreas de sombra da operadora VIVO



Fonte: Própria autoria

Considerações finais

Através do desenvolvimento da aplicação, foi constatado que as ferramentas estudadas e utilizadas conseguem atender os objetivos da pesquisa. A plataforma FIWARE e os Generic Enablers retornaram os resultados esperados atendendo as necessidades impostas pelos pesquisadores.

Após o processo de coleta de dados, armazenamento e apresentação na plataforma CartoDB, foram feitas várias análises do cenário de distribuição de sinal das operadoras de telefonia. As análises geraram informações sobre a quantidade de aparelhos que utilizam a aplicação e suas respectivas operadoras, assim foi possível quantificar muitos outros valores específicos por operadora e gerais dependendo da área de utilização da aplicação, como o tipo de

rede (2G, 3G, 4G), a qualidade do sinal (ótimo, bom, regular, ruim e péssimo) e os locais de sombra onde foram enviados dados desconhecidos de rede, indicando áreas sem alcance de sinal.

Na análise dos serviços por operadora, mesmo com o baixo número de dispositivos, foi possível apontar o nível de qualidade que as mesmas representaram pelos resultados gerados. As operadoras em modo geral não apresentaram bons resultados, a classificação da qualidade de sinal baseados nos dados de *dBm* obteve 87 em sua grande maioria resultados péssimos. As operadoras que apresentaram melhores resultados mesmo com baixa quantidade de dados foram a TIM e a CLARO, porém a TIM apresentou mais áreas de sombra em relação a qualquer outra operadora.

REFERÊNCIAS

APACHE FLUME. **Flume 1.7.0 Developer Guide**: 2012. Disponível em: <<http://flume.apache.org/FlumeDeveloperGuide.html>>. Acesso em: 15 out. 2016.

BRABHAM, C Daren. **Crowdsourcing as a Model for Problem Solving: An Introduction and Cases**. 2008. Disponível em: <<http://sistemas-humano-computacionais.wdfiles.com/local--files/capitulo%3Aredes-sociais/Crowdsourcing-Problem-solving.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2017.

FIWARE. **About us**. Disponível em: <<https://www.fiware.org/about-us/>>. Acesso em: 30 ago. 2017

FIWARE CATALOGUE. **Application Mashup - Wirecloud**. 2013. Disponível em: <<https://catalogue.fiware.org/enablers/application-mashup-wirecloud>>. Acesso em: 15 out. 2015.

FIWARE CATALOGUE. **Publish/Subscribe Context Broker - Orion Context Broker**. 2016. Disponível em: <<http://catalogue.fiware.org/enablers/publishsubscribe-context-broker-orion-context-broker>>. Acesso em: 15 out. 2016.

FIWARE-CYGNUS. **Cygnus architecture**: 2016. Disponível em: <<https://fiware-cygnus.readthedocs.io/en/latest/index.html>>. Acesso em: 21 out. 2016.

FIWARE LAB. **FIWARE Lab Nodes**. 2016. Disponível em: <<http://infographic.lab.fiware.org/>>. Acesso em: 10 set. 2016.

FIWARE-WIKI. **FIWARE Open Specificatio Data ContextBroker**. 2016. Disponível em:<<https://forge.fiware.org/plugins/mediawiki/wiki/fiware/index.php/FIWARE.OpenSpecificatioion.Data.ContextBroker>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

GOOSSEN, R. J. **E-empendedor**. Tradução de Sabine Alexandra Holler. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

LAYTON Julia; BRAIN Marshall; TYSON Jeff. **Códigos de telefonia celular**. 2013. Disponível em: <<http://tecnologia.hsw.uol.com.br/celular3.htm>>. Acesso em: 10 out. 2016.

MANSERA Anderson. **Entenda como funciona a recepção de sinal das redes celulares**. 2013. Disponível em: <<http://mobizoo.com.br/dicas/abc-do-smartphoneentenda-como-funciona-a-recepcao-de-sinal-da-redes-celulares/>>. Acesso em: 20 out. 2016.

NIST SP 500-292. **Cloud Computing Reference Architecture**. 2011. Disponível em: <http://www.nist.gov/customcf/get_pdf.cfm?pub_id=909505>. Acesso em: 13 out. 2016.

PORTELA, Fábio Malet. **Mecanismos para análise de potência de sinal em dispositivos móveis**. Porto Alegre: UFRGS. 2015. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/126047/000971086.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2016

SILVA, Pedro Henrique. **O que diabos é FIWARE? 2016**. Disponível em: <<https://medium.com/@pablohpsilva/o-que-diabos-%C3%A9-fiware-6b1cb80714c8>>. Acesso em: 22 set. 2017

TELECO. **ERB: O que é?** 2016. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialerb/pagina_1.asp>. Acesso em: 18 out. 2016.

UNILEVER. **Unilever launches crowdsourcing initiative**. 2015. Disponível em: <<https://foundry.unilever.com/unilever-launches-crowdsourcing-initiative-to-drive-sustainable-growth-ambition>>. Acesso em: 11 set. 2016.