

# ANÁLISE DA QUALIDADE DE SINAL EM DISPOSITIVOS MÓVEIS

## ANALYSIS OF SIGNAL QUALITY ON MOBILE DEVICES

Rute Cristina Bach<sup>1</sup>

Sula Fernandes<sup>2</sup>

Vitor Alex Alves de Marchi<sup>3</sup>

**Resumo:** O objetivo deste trabalho é medir a intensidade de sinal de telefonia móvel para verificar a qualidade do sinal de duas operadoras na área urbana do município de Santa Helena/PR. Os dados referentes à intensidade de sinal foram obtidos através de um aplicativo para smartphone, e medidos em diferentes pontos do município. Os dados foram submetidos ao teste estatístico t de student mostram que para a Operadora X, a qualidade do sinal encontra-se entre boa e excelente já, para a Operadora Y, a qualidade do sinal encontra-se entre regular e ruim.

**Palavras-chave:** telefonia móvel; intensidade de sinal; área urbana.

**Abstract:** The objective of this work is to measure the signal strength of mobile telephony to verify the signal quality of two mobile operators in the urban area of the municipality of Santa Helena / PR. Signal strength data is obtained through a smartphone application, measured at different points in the municipality. The results obtained according to the statistical calculations performed show that for X operator the signal quality is between good and excellent, for Y, the signal quality is between regular and poor.

---

1 Ciência da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-SH)

2 Ciência da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-SH)

3 Ciência da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-SH)



**Keywords:** mobile telephony; signal strength; urban area.

## **INTRODUÇÃO**

Na sociedade atual, as pessoas estão a todo instante recorrendo a várias formas de comunicação. As redes de telefonia móvel possuem uma vasta área de telecomunicações projetada para a comunicação entre várias estações móveis.

Neste artigo, estuda-se a qualidade do sinal da telefonia móvel na área urbana da cidade de Santa Helena/PR, medindo-se a intensidade do sinal, em decibel-milliwatts (dBm), de duas operadoras de telefonia móvel, para verificar por meio de procedimentos estatísticos, se as operadoras apresentam qualidade de sinal considerada como boa ou não, ou seja, se o sinal alcança a área urbana da cidade, que é sua área de cobertura.

## **REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO**

### **REDE DE TELEFONIA MÓVEL**

Uma rede de telefonia móvel ou telefonia celular é projetada para estabelecer comunicação entre duas unidades móveis, denominadas MS (Mobile Stations – estações móveis), ou entre uma unidade móvel e outra fixa, chamada unidade terrestre. Um provedor de serviços tem de ser capaz de localizar e rastrear uma unidade que faz chamada, alocar a chamada e transferir o canal de uma estação rádio base para outra, à medida que o usuário que faz a chamada deixa área de cobertura (FOROUZAN, 2008).

A aplicação atual ao telefonia celular. Onde tem um Ponto de Acesso (Access Point). Os sistemas de acessos móveis, utilizam se do modelo honey comb(células) representa uma pequena área atendida por uma estação base. Esta arquitetura permite a reutilização de frequências. Assim, a operadora utiliza de forma otimizada as frequências licenciadas que tem direito e os assinantes

não experimentam qualquer problema de interferência devido ao controle de potência. O número de frequências de reutilização pode ser selecionado de acordo com a fórmula abaixo:

Número de frequências de reutilização =  $D^2 / 3R^2$  onde, R é o raio da célula e D a distância de reutilização. Observe que células pequenas permitem baixas potências nos terminais dos usuários. A transição do dispositivo terminal de uma célula para outra é um problema para os canais móveis e é conhecido com handoff. Este caso não existe em acessos fixos (REDES ESTACIO 2012).

O tamanho de uma célula não é fixo. O raio de cobertura de uma célula é variante de 1km a 20km. Uma vez determinado, o tamanho da célula é otimizado para evitar interferência de sinais de células adjacentes. A potência de transmissão de cada célula é mantida baixa, de modo a evitar que seu sinal interfira nessas outras células (FOROUZAN, 2008).

Células vizinhas não devem usar o mesmo conjunto de frequências para comunicação, pois podem gerar interferência para os usuários localizados próximos às fronteiras das células. Portanto, um padrão de reutilização de frequências é usado, o qual é uma configuração de N células, em que cada célula usa um conjunto de frequências exclusivo. Quando o padrão é repetido, as frequências podem ser reutilizadas (FOROUZAN, 2008).

## INTENSIDADE DO SINAL

A intensidade do sinal, medida em decibel-milliwatts (dBm), é uma medida comumente utilizada na área de telecomunicação para verificar a qualidade do sinal de transmissão. Usa-se dBm ou dBmW como uma unidade de medida para expressar a potência absoluta, mediante uma relação logarítmica. Define-se dBm como o nível de potência em decibéis em relação ao nível de referência de um 1mW ovaeletronica (2017). Tal medida pode ser expressa através da equação:

$$P \text{ dBm} = 10 \left( \frac{P}{1\text{mW}} \right),$$

Devido à falta de material teórico para referência, a única informação de medida mínima de dBm para comunicação encontrado foi -110 em Figueiras e Frattasi (2010). Foram feitas ligações para ambas as operadoras, no intuito de obter uma tabela de referência para a qualidade do sinal, por meio das medidas em dBm, porém ambas se recusaram a fornecer tais valores, alegando que são dados sigilosos. Então, foram realizadas pesquisas em fóruns e páginas de Internet. Através de algumas consultas, reuniram-se relatos e informações, como a tabela citada em Thompson and Taylor (2008), A partir dela montou-se uma tabela com critérios próprios. Dessa forma usaremos a Tabela 1, construída por este autores como base para comparar os resultados.

Tabela 1: Medidas em dBm para referência e interpretação da qualidade do sinal

-110 até -105	Ruim e sem comunicação
-99 até -90	Regular e com comunicação
-89 até -80	Baixa qualidade de comunicação
-79 até -65	Qualidade aceitável e estável
Acima de -65	Qualidade excelente

Fonte: Construída a partir de <https://under-linux.org/showthread.php?t=82636>

## MÉTODO DE ANÁLISE

### TESTE DE HIPÓTESE

Muitas vezes, em problemas práticos, o objetivo principal do pesquisador não é a estimação em si, mas sim fazer afirmações a respeito do parâmetro, isto é, do comportamento geral do objeto em estudo. (Bezerra, 2024)

Um teste de hipótese (ou teste estatístico) é um procedimento para determinar se a evidência que uma amostra fornece é suficiente para concluir se o parâmetro populacional está num intervalo específico (GRAYBILL, IVER e BURDICK, 1998). No teste de hipóteses há hipótese nula e hipótese alternativa.



## METODOLOGIA

Segundo Barbetta(2010) a hipótese nula, denotada por  $H_0$ , é uma afirmação sobre o valor do parâmetro (Por exemplo, a média) e deve sempre conter a condição de igualdade. No nosso caso, considerar –se:

$$H_0: \mu \geq -79 \quad \text{vs} \quad H_1: \mu < -79,$$

Assim busca-se verificar se a qualidade do sinal é de boa à excelente, contra a opção regular à ruim.

O teste a ser realizado é unilateral de média, com variância desconhecida, visto que os dados foram colhidos e não existe conhecimento sobre os valores verdadeiros que a antena da torre ERS está operando.

O procedimento para tal teste consiste em obter uma amostra  $X = (X_1, \dots, X_n)$ , sendo  $n = 18$ , neste estudo, fixar um nível de significância  $\alpha$ , comumente adotado como 95% (valor adotado segundo a tabela T student de estatística), e seguir as seguintes etapas:

- Calcular:  $\bar{x} = \sum_{i=1}^{18} x_i$  (média)
- Calcular:  $s^2 = \sum_{i=1}^{18} \frac{(x_i - \bar{x})^2}{18-1}$  (variância)
- Calcular:  $t = \frac{(\bar{x} - (-79))\sqrt{18}}{s}$  (tabela T student)
- Comparar com o valor de referência  $t_\alpha = -1,7396$  (95%);
- Caso  $t \leq t_\alpha$ , aceita-se a Hipótese  $H_1$ , isto é, conclui-se que há evidência para rejeitar que a qualidade do sinal é de Boa a Excelente, com confiança de 95%, caso contrário, aceita-se  $H_0$ , isto é, não há evidência suficiente para determinar que a qualidade do sinal é de Boa a Excelente.



## DADOS

Foram escolhidas duas operadoras, cuja intensidade do sinal foi estudado. Posteriormente, foi verificado nos sites. das operadoras X e Y, respectivamente, se havia cobertura da área no município. Nesses sites., foi constatado que ambas as operadoras apresentavam a área urbana da cidade de Santa Helena/PR como área de cobertura. Os mapas obtidos se encontram representados nas figuras 1, 2,3 e 4.

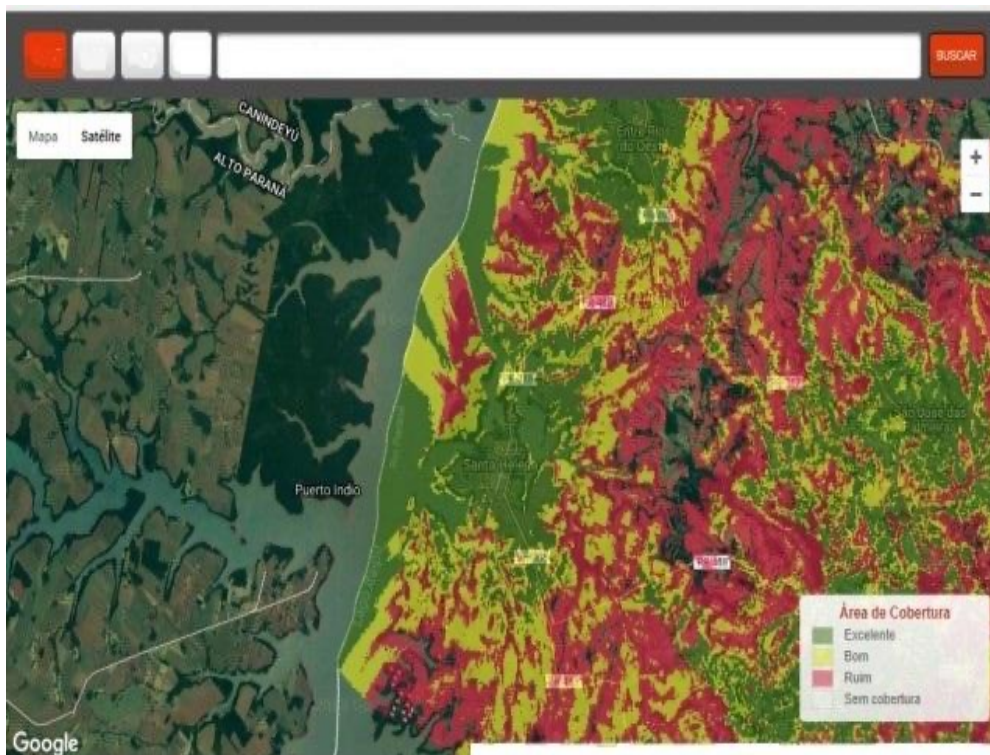


Figura 1: Cobertura da Operadora X.

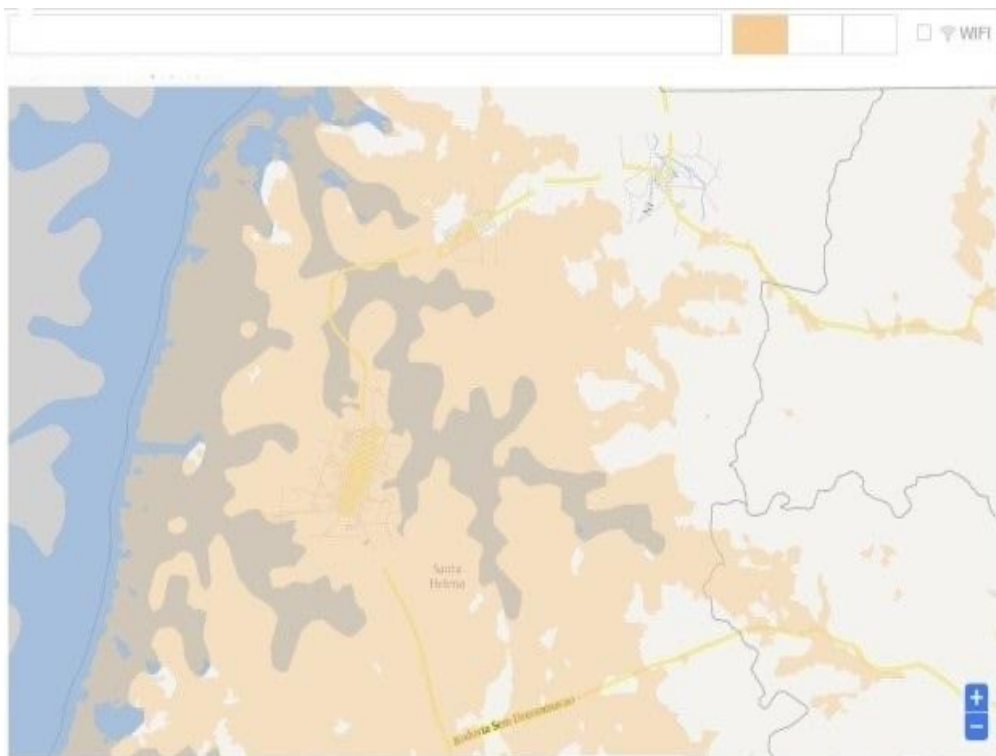


Figura 2: Cobertura da Operadora Y.

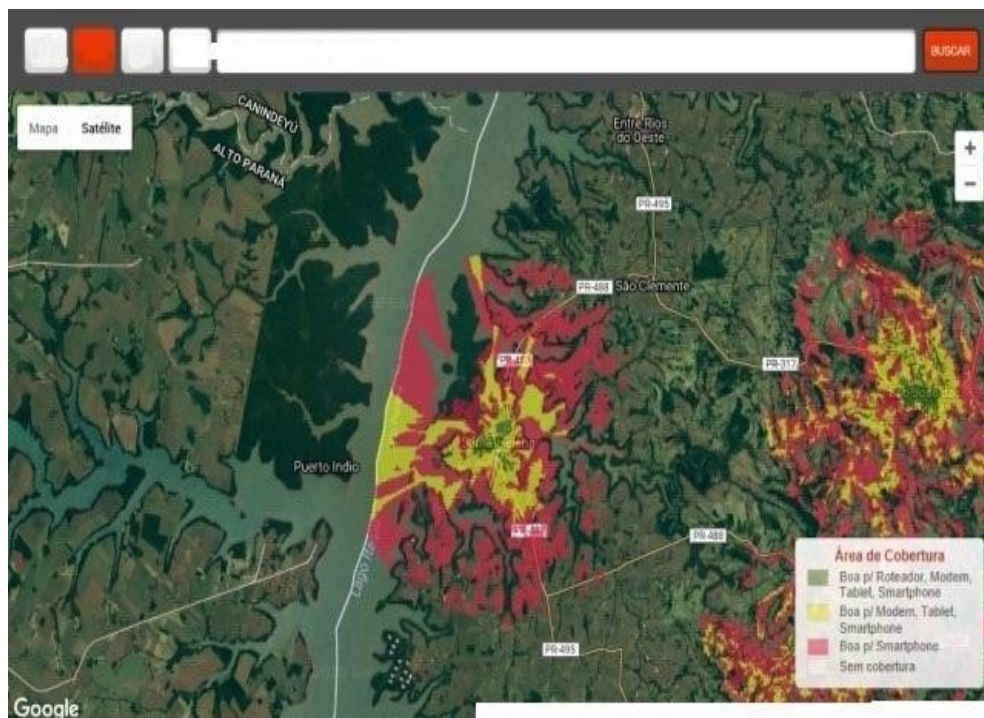


Figura 3: Cobertura 2G.

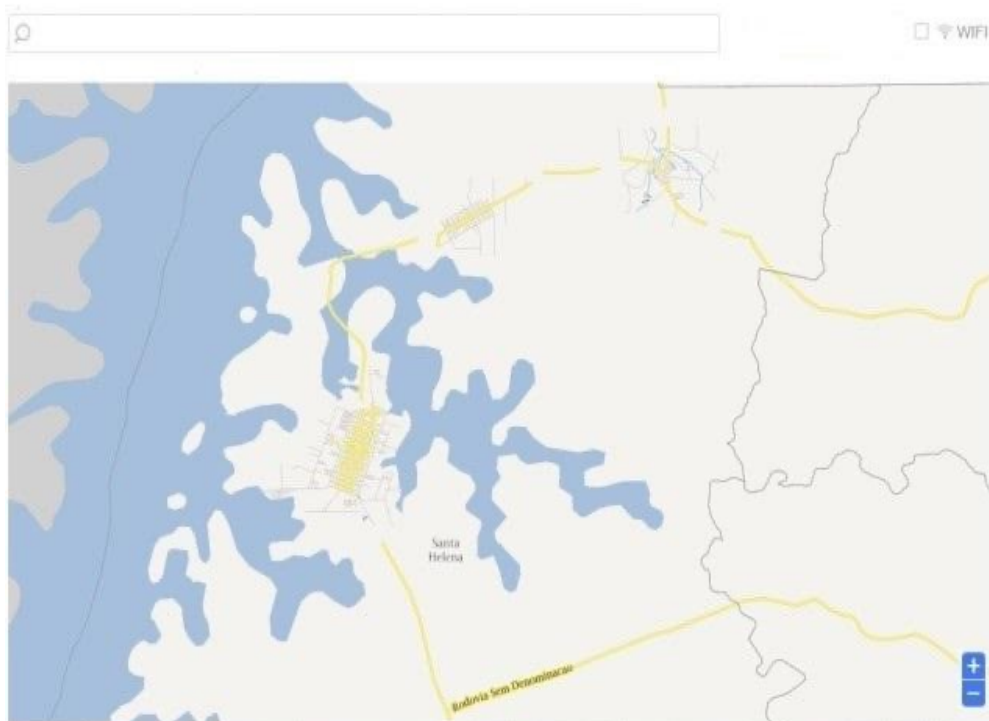


Figura 4: Cobertura 3G.

Para a realização da coleta dos dados, foram escolhidos 18 pontos da área urbana do município de Santa Helena/PR. Desses 18 pontos, foram escolhidos alguns ao longo da avenida principal, que abrange toda a extensão do município, e posteriormente foram colhidos pontos em ruas paralelas a ela, como mostra a figura em anexo (Anexo 1). A localização dos pontos bem como seus referenciais visuais de localização podem ser consultados na Tabela 2.

Tabela 2: Dados coletados por pontos e operadoras

Rua	Referência	x	y
R. Ângelo Cattani	Trevo Polícia R.	-63 dBm	-89 dBm
R. Ângelo Cattani	CICA	-63 dBm	-87 dBm
R. Ângelo Cattani	Rodoviária	-69 dBm	-95 dBm
R. Ângelo Cattani	Curva Ogregon	-91 dBm	-95 dBm
R. Ângelo Cattani	Trevo Praia	-77 dBm	-89 dBm
Av. Brasil	Portal Praia	-81 dBm	-95 dBm



Av. Brasil	Mercado Pérola	-75 dBm	-93 dBm
Av. Brasil	Praça Santos Dumont	-61 dBm	-77 dBm
Av. Brasil	Praça Central	-67 dBm	-77 dBm
Av. Brasil	Praça da Criança	-59 dBm	-89 dBm
Av. Brasil	Pirobrás	-73 dBm	-99 dBm
Rua Pará	Cemitério	-77 dBm	-103 dBm
Rua Pará	Sanepar	-77 dBm	-93 dBm
Rua Pará	Detran	-79 dBm	-95 dBm
Rua Pará	Centro de Saúde S. Luiz	-81 dBm	-93 dBm
Rua Pará	Conj. Santa Rita de Cássia	-73 dBm	-99 dBm
Rua Goiás	Esc. Mun. Prof. Inês Mocellin	-57 dBm	-77 dBm
Av. Sta Catarina	Hospital Maeda	-71 dBm	-89 dBm

Na medição da intensidade do sinal, medidos em dBm, de telefonia móvel da operadora Y, utilizou-se um smartphone da marca ASUS, modelo ASUS\_ Z00VD, com sistema operacional Android na versão 5.1, e para as medições da operadora X, utilizou-se um smartphone da marca LG, modelo K10 Power, com sistema operacional Android na versão 7.0.

Em ambos os smartphones, utilizou-se o aplicativo Network Cell Info Lite (Figura 2) disponível para Android na Play Store. O aplicativo mostra a intensidade do sinal em dBm, de acordo com a operadora do celular. Esse aplicativo não necessita estar conectado com uma rede de Internet para captar a intensidade do sinal, o que mostra que o aplicativo trata a informação que o telefone celular está recebendo no momento, sem influência de demais medições.



Figura 5: Interface do aplicativo utilizado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo o procedimento do teste estatístico t de Student para cada operadora, foi possível calcular os valores para o teste de qualidade do sinal apresentado. Para realizar o teste, utilizou-se o valor  $\alpha = 0,05$ , isto é, procedemos com o teste a um nível de 95% de significância. A Tabela 3 apresenta os resultados para do teste estatístico para as duas operadoras.

Tabela 3: Resultado do teste estatístico de qualidade do sinal

Operadora	Valor de t	Conclusão
X	3,3610	Aceita-se H0
Y	-6,6250	Rejeita-se H0

Da Tabela 3, observa-se que a Operadora de telefonia móvel X não apresenta evidência contra a afirmação que “A qualidade do sinal encontra-se entre boa e excelente”, pois (, enquanto, para a Operadora de telefonia móvel Y, há forte evidência de que a qualidade do sinal encontra-se entre regular e ruim, pois  $t < 1,7396$ .

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao valor dBm ser afetado por conta de uma relação direta com a distância da torre celular, não foi de interesse essa informação estudo, pois ela está embutida no resultado medido. Como este levantamento mostrou que uma das operadoras apresentou baixo desempenho, um próximo passo é fazer uma análise mais completa, ou seja, recolher uma quantidade maior de informações, por meio de uma variedade maior de celulares (com fabricantes variados) e em mais regiões do município. Ainda, há o interesse de estudar às demais operadoras de telefonia móvel, de Santa Helena.

## REFERÊNCIAS

BARBETTA, P. A. Estatística para cursos de engenharia e informática. 3ª edição. São Paulo: Editora ATLAS S.A, 2010.

FIGUEIRAS, J.; FRATTASI, S. Mobile positioning and tracking: from conventional to cooperative techniques. Wiley, 2010.

FOROUZAN, B. A. Comunicação de dados e redes de computadores. 4. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

GOOGLE PLAY. Disponível em: <<https://play.google.com/store?hl=pt>>. Acesso em: mai. 2018.

GRAYBILL, F.; IVER, H.K. & BURDICK, R.K. Applied Statistics, a first course in Inference, Prentice Hall, 1998.



HOWARD FORUMS MOBILE COMMUNITY. dBm/signal strength on GSM - acceptable numbers? Disponível em: <<https://www.howardforums.com/showthread.php/1523050-dBm-signal-strength-on-GSM-acceptable-numbers>>. Acesso em: mai. 2018.

REDES ESTACIO. Disponível em: <http://hugoredesestacio.blogspot.com/2012/05/redes-sem-fio-av2.html> Acesso em : Fevereiro de 2019.

TELECO - INTELIGÊNCIA EM TELECOMUNICAÇÕES. Serviços SMS I: Telefonia Celular. Disponível em: <[http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialsmsloc/pagina\\_2.asp](http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialsmsloc/pagina_2.asp)>. Acesso em: mai. 2018.

THOMPSON AND TAYLOR 2008. guide for the use of the international system of units (si), NIST Special Publication SP811. Disponível em: < <https://physics.nist.gov/cuu/pdf/sp811.pdf>>. Acesso em julho de 2018.

Bezerra, Pedro Felipe. Teste Hipotese - estatística básica. Disponível em: <<https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-federal-do-ceara/engenharia-de-software/teste-hipotese-estatistica-basica/4455025>>