



QUALIDADE DA TELEFONIA MÓVEL NA CIDADE DE PATOS DE MINAS

QUALITY OF MOBILE TELEPHONY IN THE CITY OF PATOS DE MINAS

Thiago dos Reis Martins¹

SUMARIO: 1. Introducción. 2 Referencial Teórico. 2.1. Sistema de Comunicação. 2.2 Tipos de Rede. 2.2.1. 3G. 2.2.2. 4G. 2.3 Transmissão de sinal. 2.4. Composição de um Sistema móvel celular. 2.5. Largura de Banda de um sinal. 2.6. Torre de telefonia e antenas. 2.7. Cobertura de Sinal. 2.8. Normas Anatel quanto ao índice de transmissão e qualidade. 2.9. Ruído, Reflexão e distorção do sinal numa cidade. 2.10. Software de análise de qualidade. 2.11. Referências.

CONTENTS: 1. Introduction. 2 Theoretical Framework. 2.1. Communication system. 2.2 Types of Network. 2.2.1. 3G. 2.2.2. 4G. 2.3 Signal transmission. 2.4. Composition of a Cellular Mobile System. 2.5. Bandwidth of a signal. 2.6. Telephone tower and antennas. 2.7. Signal Coverage. 2.8. Anatel standards regarding transmission rate and quality. 2.9. Noise, reflection and signal distortion in a city. 2.10. Quality analysis software. 2.11. References.

PALABRAS CLAVE: Telefonía móvel, Qualidade, Sistemas móvel celular.

KEYWORDS: Mobile telephony, Quality, Mobile cellular systems.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao grande desenvolvimento e evolução tecnológica, novos meios de comunicação também se desenvolveram, como o telégrafo, que foi um grande marco na história da telecomunicação, possibilitando a comunicação por sinais elétricos. Juntamente era criado o rádio, que possibilitou eventualmente a conexão sem fio, essas duas grandes tecnologias possibilitaram então a criação das redes celulares, que nos conectam a qualquer lugar do mundo. (ARAÚJO, 2016).

Pode-se notar que a internet e a telefonia móvel se tornaram indispensáveis para a qualidade, conforto e funcionamento da sociedade, devido à velocidade e imediatismo que essas tecnologias nos proporcionam, com esta demanda tão elevada e o serviço se mostrando tão essencial ao dia a dia, a qualidade de tais serviços vêm sendo cobrada pelos usuários cada vez mais.

De acordo com Araújo (2016), alguns pontos devem ser levados em consideração quando se diz respeito a qualidade de alguns serviços, sendo eles: confiabilidade, segurança, empatia e tangibilidade, as quais podem ser mensuradas pelos clientes, comparando o serviço ofertado pelo recebido.

Tendo em vista o fator qualidade, e os incríveis avanços tecnológicos, verifica-se a seguinte questão, existe uma diferença entre a qualidade do sinal ofertados pelas empresas de telecomunicações e o que é realmente entregue pelas mesmas?

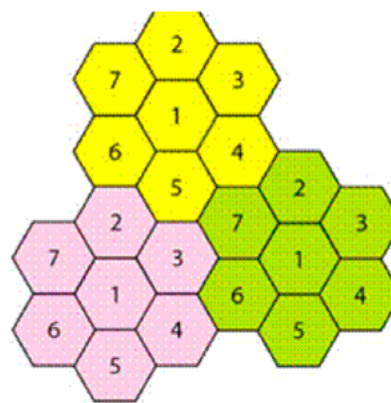
Este trabalho tem como o objetivo analisar a qualidade dos serviços de telefonia móvel prestados por uma operadora na cidade de Patos de Minas, e para alcançar os objetivos, é necessário a coleta de dados referente à qualidade do

¹Centro universitário de Patos de Minas, UNIPAM, Brasil - thiagorm@unipam.edu.br

sinal de telefonia móvel no centro da cidade, com o intuito de fazer a comparação com o mínimo exigidos por lei e ofertado pela empresa.

Utilizando softwares voltados a esta função é possível fazer a coleta destes dados, traçando uma rota que será percorrida várias vezes ao longo deste trabalho em horários diversos, afim de ter uma acurácia e precisão maiores, validando e analisando o sinal de comunicação.

Figura 34. Células e reuso de frequência



Fonte: (SILVA, 2010)

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. SISTEMA DE COMUNICAÇÃO (CELULAR, ANTENA...)

Para Santos (2008), um sistema de comunicação é formado através de dois usuários através de uma rede sem fio, onde cada um desempenha os papéis de transmissor e receptor simultaneamente, dependendo unicamente do sentido em que a mensagem está sendo transmitida, cada um dos usuários é composto por:

- Microfone ou conversor analógico digital, que tem como objetivo converter a voz falada (sinal analógico) em sinais elétricos (sinal digital);
- Alto-falante, faz o caminho inverso do microfone, recebendo os sinais elétricos e transformando em sinais analógicos ou simplesmente na voz falada;
- Transmissor que tem como função codificar e enviar os sinais gerados pelo microfone para um receptor;
- Receptor que recebe e decodificar os sinais enviado pelo transmissor e enviá-los para o auto falante;
- Antena que intermedeia os sinais gerados pelos aparelhos telefônicos os convertendo em sinais de rádio para que sejam transmitidos pela atmosfera, possibilitando a comunicação sem fio;

As ondas de rádio que são capazes de carregar informações pela atmosfera são sinais eletromagnéticos, que possuem a capacidade de levar informações de forma rápida e confiável entre dois pontos.

A divisão de áreas geográfica é utilizada no sistema de telefonia móvel, esta divisão é denominada de células, estas células podem ser representadas por uma radiobase, que é quem denomina a utilização e o reuso das frequências, é a radiobase que determina propriamente a cobertura do sinal, esta técnica permite a utilização de sinais de mesma frequência em estações distintas. (SILVA, 2010).

Silva, (2010) ainda diz que a primeira solicitação do usuário para fazer o uso da rede acontece na célula ou em seu entorno. Pode-se imaginar ao falar células áreas circulares, contudo estas áreas são representadas por hexágonos, este formato tem o propósito de eliminar as áreas de sobreposição ou sombras, que são as áreas que se sobrepõem umas às outras. A figura 1 demonstra a distribuição das células formadas por um conjunto de 7 delas, cada célula possui uma frequência distinta e que podem ser reutilizadas em outros conjuntos. Ao fazer a reutilização das frequências pode-se ter uma economia de recursos de banda da rede, contudo este sistema pode acarretar inconvenientes como interferências, portanto para minimizar estes efeitos um bom plano de frequências.

2.2. TIPOS DE REDE (3G, 4G)

2.2.1. 3G

De acordo com Dias (2016), a implementação de novas tecnologias, padrões, arquiteturas ou otimizações da telefonia móvel é o que marca as evoluções dos sistemas celulares. Sendo dividida em padrões cada evolução é denominada de “Geração” e “subi-gerações”, vale destacar que para que ocorra a mudança de uma geração para outra os padrões já existentes nas antigas tecnologias devem ser alterados e melhorados.

À medida que a demanda de celulares e usuários cresciam, se viu a necessidade de aprimorar as tecnologias anteriormente existentes, com o intuito de alcançar esta demanda, tanto de quantidade e velocidade, mas também de qualidade. Um exemplo é a 3G (Terceira geração), que apareceu após a 1G e a 2G. (MATTOS, 2019).

Segundo Piva (2008), a terceira geração (3G), disponibiliza para os aparelhos móveis, uma alta taxa de transmissão de dados com picos de 140Kbps, 400Kbps e 2Mbps, para isso são utilizadas as comunicações UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), HSUPA (High-Speed Uplink

Packet Access) e WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access), e as suas variações. A tecnologia da terceira geração pode atuar de acordo com frequências já utilizadas pelas operadoras que são as faixas de 800MHz e 1800MHz, como também pode ser utilizada pela frequência próprias para a tecnologia 3G que é de 2.1GHz.

Esta tecnologia já está entre os brasileiros desde o ano 2004, e tem a capacidade de transmitir dados com a velocidade de 2,4Mbps (CDMA2000). Dependendo da tecnologia utilizada estimasse uma taxa de pico que pode variar de 1,8Mbps até 7,2Mbps (HSDPA). (PIVA, 2008).

2.2.2. 4G

Godinho, (2018) cita que esta geração tem como objetivo fornecer grandes velocidades de download e upload, tendo picos de 100Mbps e 50Mbps respectivamente. Podendo ser dividida em dois grandes padrões, o LTE e o WINMAX.

O IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) colocou como padrão, para áreas metropolitanas o WINMAX como comunicação sem fio de banda larga, esta tecnologia tem a capacidade de transmitir até 75 Mbps utilizando uma frequência 2.5ghz. Já no sistema LTE, que surgiu a partir da evolução da tecnologia GSM, com uma largura de banda de 20MHz, pode-se atingir taxas de 100Mbit/s de Download e 50Mbits de Upload utilizando uma única antena SISO (Single Input Single Output). (GODINHO, 2018).

2.2.3. Transmissão de sinal

Para Santos, (2008) modular um sinal é necessário agregar um sinal conhecido ou sinal modulante (portadora) ao sinal que carrega as informações. Esta modulação é necessária para que o sinal possa viajar de um ponto a outro. O sinal que está se deslocando pelo meio ao encontrar um receptor pode ser separado nos sinais conhecidos e os sinais contendo as informações completando a transmissão, o processo de receber os sinais e entende-los denomina-se demodulação.

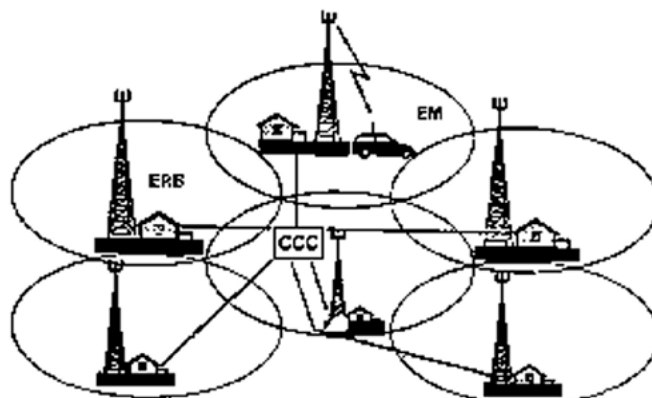
Ainda segundo Santos, (2008) podemos dizer que a modulação pode ser feita de várias formas diferentes, pois podemos alterar várias características da onda portadora, como a amplitude na modulação AM, a frequência na modulação FM, alterar a fase na modulação PM, QAM que modula a onda por quadratura, entre outras. A modulação deve se adequar ao sistema e as condições do local, pois cada uma das modulações possui seus pontos positivos e seus pontos negativos.

2.3. COMPOSIÇÃO DE UM SISTEMA MÓVEL CELULAR

Para que todo mostrado até o momento possa ser possível, existe uma infraestrutura por trás que torna possível a comunicação entre todos os componentes além de administrá-los adequadamente, portanto segundo SILVA; et al, [s/d] o sistema telefonia móvel é composto de 3 elementos principais:

- Central de comutação e controle – CCC (Mobile Switching Center – MSC).
- Estação rádio base – ERB (Base Station – BS).
- Estação móvel – EM (Mobile Station – MS).

Figura 35. Composição do sistema de telefonia



Fonte: www.gta.ufrj.br/grad/goncalo/compos.htm

A CCC pode ser considerada o “cérebro” de todo o sistema de telecomunicação, pois nela é onde ocorre o processamento central do sistema, que conecta todas as ERB’s. Possui a finalidade de controlar todo o tráfego de dados do sistema, quem se conecta ou aonde está se conectando, suas funções podem ser listadas como:

- Interface com a rede de telefonia fixa;
- Interface com outros sistemas celulares;
- Comunicação com as ERBs;
- Controle das ERBs;
- Processamento das chamadas e handoff;
- Supervisão de tráfego;
- Funções de administração e manutenção do sistema;
- Registro de dados para tarifação e estatísticas.

Já as ERB’s são responsáveis pela transmissão do sinal e da área de cobertura do sistema através das antenas, é possível fazer o controle das EM’s além da comunicação com o CCC. Tem como função supervisionar a comunicação e atuar como uma repetidora de informações de dados, suas funções podem ser listadas como:

- Interface de comunicação entre as unidades móveis e o restante do sistema;
- Alocação e controle dos canais de comunicação para as EM’s;

- Sinalização com a EM e com a CCC.

Por fim a estação móvel é a responsável pela comunicação entre a o usuário e ERB, para isso é necessário que a EM possua uma unidade de controle própria, além de um emissor e um receptor, como um celular por exemplo, ele possui a função de converter os sinais, tanto para modular quanto demodular. Ela possui também a função de controle, sinalização, a comunicação de voz e dados com o usuário, suas funções podem ser listadas como:

- Comunicação entre o usuário e o sistema;
- Verificar os canais de controle e identificar o que possui o sinal mais forte para sintonia;
- Responder comandos enviados pelo sistema;
- Informar ao usuário o estado do sistema;
- Posicionar o sistema sobre tentativas de originar chamadas pela EM.

2.4. LARGURA DE BANDA DE UM SINAL

Largura de banda descreve a quantidade máxima de transferência de dados que uma rede pode efetuar em um sistema. Ele dita a quantidade de dados que podem trafegar em uma única rede por um período fixo de tempo.

Entretanto a largura de banda não descreve a velocidade em que os dados conseguem trafegar, e sim a quantidade de informação que pode percorrer o sistema ao mesmo tempo. Para melhor entendimento uma analogia que se pode fazer a este sistema seria uma rodovia com várias faixas, onde os carros podem trafegar livremente, a largura de banda seria demonstrada na quantidade de faixas que existem nessa rodovia, quanto mais faixas, mais carros podem trafegar ao mesmo tempo, independentemente da velocidade que cada carro pode desenvolver em cada faixa.

A largura de banda pode também referir-se a diversas faixas de frequência que compõe uma transmissão de um sinal, neste caso a largura de banda é medida em hertz, e é amplamente utilizado em aplicações de processamento de sinal. (TECHLIB, s/d)

2.5. TORRE DE TELEFONIA E ANTENAS

As antenas são partes essenciais para tudo visto até agora, são elas as responsáveis pela dispersão do sinal eletromagnético que carrega as informações para os dispositivos móveis, são elas que determina toda a área de cobertura dissipando estas ondas em direções estratégicas, para cobrir maiores áreas. Para que seja possível uma melhor qualidade para cada tipo de localidade como, cidades com grandes centros, áreas rurais vários tipos de antenas existem, como as lineares, refletoras, entre várias outras.

A utilização das antenas para transmissão de rádio está presente desde o século dezanove, e desde esta época grandes mudanças e tecnologias novas agregam este setor, contudo de maneira simples o funcionamento de uma antena acontece quando uma corrente elétrica percorre uma antena, produzindo uma onda eletromagnética que escapa dos condutores e se propaga pelo meio em que se encontra. As antenas mais utilizadas atualmente são as antenas lineares. (OLIVEIRA, 2008)

Figura 36. Torre de telefonia e antenas



Fonte: (HENRIQUES; MARTINS, 2009)

Segundo Henriques; Martins, (2009) antenas precisam ser alocadas estrategicamente para que possam ter um aproveitamento maior de suas capacidades, visando isso podemos encontrar antenas dispostas em torres, postes e mastros, nas grandes cidades ou centros podemos encontrar antenas fixadas em estruturas como prédios e casas, sempre com o intuito de melhorar a visada das antenas para que tenha um caminho livre até o ponto de interesse.

2.6. COBERTURA DE SINAL

Segundo a Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações), a cobertura de sinal compõe uma parte importante na qualidade de serviço, por este motivo as operadoras disponibilizam para os clientes mapas de sua cobertura no território em que atuam. Estes mapas demonstram de maneira teórica os locais onde atuam, além da qualidade que o sinal terá no local baseadas em cálculos, que levam em conta vários aspectos, como o relevo do local, os índices pluviométricos da região, construções presentes na região, entre outros.

Embora a telefonia móvel seja prestada em regime privado, a Anatel vem determinando “compromissos de abrangência” em editais de licitação de radiofrequência expedidos ao longo dos anos. Nesses editais, as operadoras assumem compromissos de ofertar o serviço em municípios com

tecnologias 2G, 3G e 4G, em prazos determinados. Para esses compromissos a obrigação é de cobertura de, no mínimo, 80% da área urbana do distrito sede do município.

Não há, contudo, obrigação de levar a cobertura a outros distritos municipais. Vê-se ainda que, mesmo no distrito sede, há uma faixa de 20% da área urbana de tolerância, onde não se exige cobertura em razão das limitações do serviço prestado via radiofrequência. (ANATEL, 2018).

Estes pontos citados anteriormente, são exigidos e monitorados pela própria Anatel, para que as grandes empresas prestadoras de serviços possam atuar naquele determinado local e entregar um serviço de qualidade aos consumidores.

2.7. NORMAS ANATEL QUANTO AO ÍNDICE DE TRANSMISSÃO E QUALIDADE

Para que a Anatel possa fiscalizar as empresas de grande porte, 6 indicadores são estabelecidos pela agência, que estão presentes no Regulamento de Qualidade dos Serviços de Telecomunicações (RQUAL), estabelecido pelo Regulamento da Qualidade do Serviço Móvel Pessoal (RGQ-SMP), conforme estabelecido pela resolução nº 575/2011.

São elas:

SMP5 referente a rede e voz, que é a taxa de alocação de canal de tráfego, onde diz que o acesso aos canais de voz do total de tentativas, em cada período de maior movimento tem que ser maior ou igual a 95%.

SMP7 ainda referente a rede e voz, que fala sobre a taxa de quedas de ligações, onde as quedas do total de chamadas completadas, em cada período de maior movimento tem que ser menor que 2%.

SMP8 que se refere a conexão de dados, diz que sobre a taxa de conexão de dados, onde as conexões estabelecidas do total de tentativas de conexão de dados, das 10h – 22h tem que ser maior ou igual a 98%.

SMP9 ainda sobre a conexão de dados, fala sobre quedas de conexões do total de conexões de dados estabelecidos, das 10h – 22h tem que ser menor que 5%.

SMP11 ainda sobre a conexão de dados, garante a taxa de transmissão média contratada, esta norma representa a média de todas as medições realizadas na rede da prestadora. Deve atingir no mínimo o percentual descrito à direita da taxa de transmissão contratada, nas medições realizadas das 10h – 22h tem que ser maior que 80%.

SMP12 refere-se ao atendimento, dizendo que as chamadas feitas devem ser atendidas em até 20 segundos, e o percentual desse atendimento atendendo ao tempo estipulado deve ser maior ou igual a 90% das vezes. (TELECO, 2021).

2.8. RUÍDO, REFLEXÃO E DISTORÇÃO DO SINAL NUMA CIDADE.

Quando estamos falando de transmissão de sinal sem fio, devemos estar sempre atentos e saber que nada consegue ser 100% efetivo, isso vale para a telefonia móvel, pois devido a fatores internos e externos o sinal pode sofrer distorções e perdas durante o percurso até atingir o seu destino. Por este motivo o dimensionamento correto de antenas além de seu posicionamento estratégico é tão importante.

A potência que cada antena gera tem que levar em conta todas as perdas no caminho para que ela possa ser compensada, pois o sinal ao se deslocar no meio vai perdendo esta potência, quanto maior a distância mais potência para que o sinal chegue de maneira significativa até o receptor.

Além das perdas que ocorrem, ruídos causados por fontes externas, como outras antenas com frequências próximas, pois sabemos que a transmissão de sinal ocorre em todo lugar e a todo momento, mesmo que um sinal não advinha de outra torre, ondas eletromagnéticas que inicialmente não seriam sinais de dados podem se misturar causando tais ruídos.

Ainda sobre as perdas, um grande problema que ocorre nas cidades é o desvanecimento do sinal, pois ao se propagar as ondas estão sujeitas a reflexão, estas ondas podem ser refletidas e redirecionadas, no solo ou na atmosfera, por poças de água criadas pelo relevo, rios, lagos, construções grandes como prédios ou mesmos pequenos como árvores e até mesmo as chuvas podem ocasionar problemas, causando a perda de sinal. (TUDE, 2021).

2.9. SOFTWARE DE ANÁLISE DE QUALIDADE

Mesmo que a Anatel estipule normas e fiscalize as empresas para que entreguem certo nível de qualidade, nem sempre estes serviços ocorrem como deveria, por motivos técnicos que podem ser sanados pela empresa rapidamente, ou mesmo o descaso que algumas empresas podem fazer, por estes motivos entre outros, podemos encontrar disponíveis para qualquer pessoas aplicativos que podem indicar e monitorar a qualidade do sinal que estamos recebendo, sem precisarmos de aparelhos especializados, simplesmente com o celular podemos fazer esta análise de qualidade facilmente.

Um bom exemplo é que será utilizado neste trabalho é o aplicativo network cell info lite, que pode ser baixado facilmente em aparelhos celulares gratuitamente.

O Network Cell Info fornece a localizações de células no mapa e indica a força do sinal da rede além de mostrar as células vizinhas. Ele cobre todas as redes de celular, incluindo LTE, HSPA+, HSPA, WCDMA, EDGE, GSM, CDMA e EVDO.



REFERENCIAS



- **ANATEL**, Agência nacional de Telecomunicações; **Qualidade - Telefonia Móvel**. Disponível em: < <https://www.gov.br/anatel/pt-br/dados/qualidade/indicadores-de-qualidade/controle-telefonia-movel#Cobertura>>. Acesso em: 14 jun. 2021.
- **ARAÚJO**, Gleidson. **Avaliação de Agregação de Enlaces em Redes Móveis: Um Estudo de Caso com Operadoras que Atuam na Região Metropolitana do Recife**: Recife, p. 11. 2016.
- **DIAS**, Pedro Henrique Soares. **Redes 5G I: A Nova Geração da Rede Celular**. 2016. Disponível em: < <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredes5g/default.asp>>. Acesso em: 05 mai. 2021.
- **GODINHO**, Hélio Ferreira; et al. **UMA ABORDAGEM SOBRE A TECNOLOGIA 4G LTE E SUA APLICAÇÃO NO BRASIL**. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, 2018.
- **HENRIQUES**, Ana Maria Junqueira; **MARTINS**, Vergílio Antonio. **Implantação de Estações Rádio Base (ERBs)**. 2009. Disponível em: <<https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialerb/default.asp>>. Acesso em: 02 jun. 2021.
- **MATTOS**, André. **QUAL A DIFERENÇA NA COBERTURA DAS REDES 3G, 4G E 5G?** 2019. Disponível em: <<https://www.mobiletime.com.br/artigos/11/09/2019/qual-a-diferenca-na-cobertura-das-rede-3g-4g-e-5g/#:~:text=Com%20a%20rede%203G%2C%20os,modem%20a%20cabo%20ou%20DSL.>>. Acesso em: 05 mai. 2021.
- **OLIVEIRA**, Renata Pereira. **Antena Yagi-Uda: Desenvolvimento de Antena para Telefonia Celular**. 2008. Disponível em: <<https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialyagiuda/default.asp>>. Acesso em: 02 jun. 2021.
- **PIVA**, Dean; et al. **A EVOLUÇÃO PARA A TECNOLOGIA 3G**. IMED, 2008. Disponível em: < <http://d.scribd.com/docs/u58rgb6j0qo17gsmnp3.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2021.
- **SANTOS**, Ricardo Di Lucia. **REDES GSM, GPRS E UMTS**. UFRJ, 2008. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/ricardo/1_1.html>. Acesso em: 29 abr. 2021.
- **SILVA**, Lizandro Nunes. **SERVIÇOS SMS I: ENVIO DA LOCALIZAÇÃO FÍSICA DO CELULAR**. 2010. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialsmsloc/pagina_2.asp>. Acesso em: 02 mai. 2021.
- **SILVA**, Carlos Eduardo; **ROCHA**, Cesar Helmold; **FREIRE**, Vinicius Schubnell. **Sistemas de Comunicação Pessoais. O Padrão GSM**. PUC-Rio, [s/d]. Disponível em: <https://www.silvamello.org/Luiz_da_Silva_Mello/Apostilas_files/Apost_2_GSM.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2021.
- **TELECO**; **Qualidade Celular**. Disponível em: <<https://www.teleco.com.br/qualidadesmc.asp>>. Acesso em 02 jun. 2021.
- **TECLIB**, Bandwidth. [s/d]. Disponível em < <https://techlib.wiki/definition/bandwidth.html> >. Acesso em: 27 mai. 2021.
- **TUDE**, Eduardo; **Enlace Rádio Digital Ponto a Ponto**. 2020. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialrdig/pagina_2.asp>. Acesso em: 02 jun. 2021.



QUALITY OF MOBILE TELEPHONY IN THE CITY OF PATOS DE MINAS

QUALIDADE DA TELEFONIA MÓVEL NA CIDADE DE PATOS DE MINAS

Thiago dos Reis Martins ¹

SUMARIO: 1. Introducción. 2 Referencial Teórico. 2.1. Sistema de Comunicação. 2.2 Tipos de Rede. 2.2.1. 3G. 2.2.2. 4G. 2.3 Transmissão de sinal. 2.4. Composição de um Sistema móvel celular. 2.5. Largura de Banda de um sinal. 2.6. Torre de telefonia e antenas. 2.7. Cobertura de Sinal. 2.8. Normas Anatel quanto ao índice de transmissão e qualidade. 2.9. Ruído, Reflexão e distorção do sinal numa cidade. 2.10. Software de análise de qualidade. 2.11. Referências.

CONTENTS: 1. Introduction. 2 Theoretical Framework. 2.1. Communication system. 2.2 Types of Network. 2.2.1. 3G. 2.2.2. 4G. 2.3 Signal transmission. 2.4. Composition of a Cellular Mobile System. 2.5. Bandwidth of a signal. 2.6. Telephone tower and antennas. 2.7. Signal Coverage. 2.8. Anatel standards regarding transmission rate and quality. 2.9. Noise, reflection and signal distortion in a city. 2.10. Quality analysis software. 2.11. References.

PALABRAS CLAVE: Telefonía móvel, Qualidade, Sistemas móvel celular.

KEYWORDS: Mobile telephony, Quality, Mobile cellular systems.

1. INTRODUÇÃO

Due to the great development and technological evolution, new means of communication were also developed, such as the telegraph, which was a major milestone in the history of telecommunication, enabling communication by electrical signals. Together the radio was created, which eventually made wireless connection possible, these two great technologies then made possible the creation of cellular networks, which connect us anywhere in the world. (ARAÚJO, 2016).

It can be noted that the internet and mobile telephony have become indispensable for the quality, comfort and functioning of society, due to the speed and immediacy that these technologies provide us, with such a high demand and the service proving to be so essential to the daily day, the quality of such services is being demanded by users more and more.

According to Araújo (2016), some points should be taken into account when it comes to the quality of some services, namely: reliability, security, empathy and tangibility, which can be measured by customers, comparing the service offered to the received .

In view of the quality factor, and the incredible technological advances, the following question arises, is there a difference between the quality of the signal offered by telecommunications companies and what is actually delivered by them?

This work aims to analyze the quality of mobile phone services provided by an operator in the city of Patos de Minas, and to achieve the objectives, it is necessary to collect data regarding the quality of mobile phone signal in the city center, in order to make a comparison with the

¹ Centro universitário de Patos de Minas, UNIPAM, Brasil - thiagorm@unipam.edu.br

minimum required by law and offered by the company.

Using software aimed at this function, it is possible to collect these data, tracing a route that will be covered several times throughout this work at different times, in order to have greater accuracy and precision, validating and analyzing the communication signal.

2. THEORETICAL REFERENCE

2.1. COMMUNICATION SYSTEM (CELL PHONE, ANTENNA...)

For Santos (2008), a communication system is formed by two users through a wireless network, where each one plays the roles of transmitter and receiver simultaneously, depending solely on the direction in which the message is being transmitted, each one of the users consists of:

- Microphone or digital analog converter, which aims to convert the spoken voice (analog signal) into electrical signals (digital signal);
- High-speaker, takes the inverse path of the microphone, receiving electrical signals and transforming them into analog signals or simply into spoken voice;
- Transmitter whose function is to encode and send the signals generated by the microphone to a receiver;
- Receiver that receives and decodes the signals sent by the transmitter and sent to the speaker;
- Antenna that it intermediates the signals generated by telephone devices, converting them into radio signals so that they can be transmitted through the atmosphere, enabling wireless communication;

Radio waves that are capable of carrying information through the atmosphere are electromagnetic signals, which have the ability to carry information quickly and reliably between two points.

The division of geographic areas is used in the mobile telephone system, this division is called cells, these cells can be represented by a radio base, which is what names the use and reuse of frequencies, it is the radio base that properly determines the coverage of the signal, this technique allows the use of signals of the same frequency in different stations. (SILVA, 2010).

Silva, (2010) also says that the user's first request to use the network happens in the cell or its surroundings. You can imagine when talking about cells circular areas, however these areas are represented by hexagons, this format is intended to eliminate the overlapping areas or shadows, which are the areas that overlap each other. Figure 1 demonstrates the distribution of cells formed by a set of 7 of them, each cell has a different frequency and can be reused in other sets. When reusing the frequencies you can save on network bandwidth resources, however this system can cause inconveniences such as interference, so to minimize these effects a good frequency plan.

2.2. NETWORK TYPES (3G, 4G)

2.2.1. 3G

According to Dias (2016), the implementation of new technologies, standards, architectures or optimizations in mobile telephony is what marks the evolution of cellular systems. Being divided into patterns, each evolution is called "Generation" and "sub-generations", it is worth noting that in order to change from one generation to another, the patterns that already exist in old technologies must be changed and improved.

As the demand for cell phones and users grew, there was a need to improve the previously existing technologies, in order to meet this demand, both in terms of quantity and speed, but also in terms of quality. An example is 3G (Third Generation), which appeared after 1G and 2G. (MATTOS, 2019).

According to Piva (2008), the third generation (3G) provides mobile devices with a high data transmission rate with peaks of 140Kbps, 400Kbps and 2Mbps, using UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) communications, HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), HSUPA (High-Speed Uplink Packet Access) and WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access), and their variations. The third generation technology can act according to frequencies already used by operators, which are the 800MHz and 1800MHz bands, as well as being used by the own frequency for 3G technology, which is 2.1GHz.

This technology has been among Brazilians since 2004, and has the capacity to transmit data at a speed of 2.4Mbps (CDMA2000). Depending on the technology used, estimate a peak rate that can range from 1.8Mbps to 7.2Mbps (HSDPA). (PIVA, 2008).

2.2.2. 4G

Godinho, (2018) mentions that this generation aims to provide high download and upload speeds, having peaks of 100Mbps and 50Mbps respectively. It can be due to two major standards, LTE and WINMAX.

The IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) has set WINMAX as a standard for metropolitan areas as wireless broadband communication, this technology has the ability to transmit up to 75 Mbps using a 2.5 ghz frequency. In the LTE system, which emerged from the evolution of GSM technology, with a bandwidth of 20MHz, download rates of 100Mbit/s and 50Mbits of Upload can be achieved using a single SISO (Single Input Single Output) antenna. (GODINHO, 2018).

2.3. SIGNAL TRANSMISSION

For Santos (2008), modulating a signal is necessary to add a known signal or modulating signal (carrier) to the signal that carries the information. This modulation is necessary so that the signal can travel from one point to another. The signal that is traveling through the medium when it finds a receiver

can be separated into the known signals and the signals containing the information completing the transmission, the process of receiving the signals and understanding them is called demodulation.

Also according to Santos (2008) we can say that modulation can be done in several different ways, as we can change several characteristics of the carrier wave, such as amplitude in AM modulation, frequency in FM modulation, phase change in PM modulation, QAM which modulates the wave by quadrature, among others. The modulation must suit the system and local conditions, as each of the modulations has its positive and negative points.

2.4. COMPOSITION OF A MOBILE CELL SYSTEM

So that everything shown so far can be possible, there is an infrastructure behind that makes communication between all components possible, as well as managing them properly, so according to SILVA; et al, [s/d] the mobile telephony system is composed of 3 main elements:

- Center of switching and control - CCC (Mobile Switching Center - MSC).
- Base radio station - ERB (Base Station - BS).
- Mobile Station - EM (Mobile Station - MS).

The CCC can be considered the “brain” of the entire telecommunication system, as it is where the system's central processing takes place, which connects all the ERB's. Its purpose is to control all system data traffic, who is connecting or where is connecting, its functions can be listed as:

- Interface with the fixed telephone network;
- Interface with other cellular systems;
- Communication with ERBs;
- Control of ERBs;
- Call processing and handoff;
- Traffic supervision;
- System administration and maintenance functions;
- data logging for charging and statistics,

The ERB's are responsible for transmitting the signal and the system's coverage area through the antennas, it is possible to control the EM's in addition to communicating with the CCC. Its function is to supervise communication and act as a data information repeater, its functions can be listed as:

- Interface of communication between mobile units and the rest of the system;
- Allocation and control of communication channels for MS's;

- Signaling with MS and CCC.

Finally, the mobile station is responsible for the communication between the user and the ERB, for this it is necessary that the EM has its own control unit, in addition to a transmitter and a receiver, such as a cell phone for example, it has the function of converting the signals, both to modulate and demodulate. It also has the function of control, signaling, voice and data communication with the user, its functions can be listed as:

- Communication between the user and the system;
- Check the control channels and identify which has the strongest signal for tuning;
- Respond to commands sent by the system;
- Inform to the user the state of the system;
- Position the system on attempts to originate calls by EM.

2.5. BANDWIDTH OF A SIGNAL

Bandwidth describes the maximum amount of data transfer a network can perform on a system. It dictates the amount of data that can travel on a single network for a fixed period of time.

However, bandwidth does not describe the speed at which data can travel, but the amount of information that can travel through the system at the same time. For a better understanding, an analogy that can be made to this system would be a highway with several lanes, where cars can travel freely, the bandwidth would be demonstrated in the number of lanes that exist on this highway, the more lanes, the more cars can travel on the highway. at the same time, regardless of the speed that each car can develop in each lane.

Bandwidth can also refer to several frequency bands that make up a transmission of a signal, in this case bandwidth is measured in hertz, and is widely used in signal processing applications. (TECHLIB, s/d)

2.6. TELEPHONE TOWER AND ANTENNAS

The antennas are essential parts for everything seen so far, they are responsible for the dispersion of the electromagnetic signal that carries the information to mobile devices, they are what determines the entire coverage area, dissipating these waves in strategic directions, to cover larger areas. In order to have a better quality for each type of location, such as cities with large centers, rural areas, there are several types of antennas, such as linear, reflector, among many others.

The use of antennas for radio transmission has been present since the nineteenth century, and since that time great changes and new technologies have added to this sector, however in a simple way the functioning of an antenna happens when an electric current runs through

an antenna, producing an electromagnetic wave that escapes from the conductors and propagates through the environment in which it is found. The most used antennas today are linear antennas. (OLIVEIRA, 2008).

According to Henriques; Martins, (2009) antennas need to be strategically allocated so that they can take better advantage of their capacities, aiming at this we can find antennas arranged in towers, poles and masts, in large cities or centers we can find antennas fixed to structures such as buildings and houses, always with the aim of improving the sight of the antennas so that you have a free path to the point of interest.

2.7. SIGNAL COVERAGE

According to Anatel (National Telecommunications Agency), signal coverage is an important part of service quality, and for this reason, operators make maps of their coverage in the territory in which they operate available to customers. These maps theoretically demonstrate the locations where they operate, in addition to the quality that the signal will have at the location based on calculations, which take into account various aspects, such as the location's relief, the region's rainfall, constructions present in the region, among others.

Although mobile telephony is provided on a private basis, Anatel has been establishing "commitments of coverage" in radio frequency bidding documents issued over the years. In these notices, operators undertake to offer the service in municipalities with 2G, 3G and 4G technologies, within specific terms. For these commitments, the obligation is to cover at least 80% of the urban area of the district's headquarters. There is, however, no obligation to extend coverage to other municipal districts. It is also seen that, even in the main district, there is a range of 20% of the urban area of tolerance, where coverage is not required due to the limitations of the service provided via radio frequency. (ANATEL, 2018).

These points mentioned internally are required and monitored by Anatel itself, so that large service providers can operate in that particular location and deliver a quality service to consumers.

2.8. ANATEL STANDARDS REGARDING TRANSMISSION AND QUALITY INDEX.

In order for Anatel to supervise large companies, 6 indicators are established by the agency, which are present in the Regulation of Quality of Telecommunications Services (RQUAL), established by the Regulation of Quality of Personal Mobile Service (RGQ-SMP), as per established by resolution No. 575/2011.

Are they:

SMP5 referring to network and voice, which is the traffic channel allocation rate, where it says that the access to voice channels of the total number of attempts, in each period of busiest traffic, must be greater than or equal to 95%.

SMP7 also referring to the network and voice, which talks about the dropped calls rate, where the drops in the total number of completed calls, in each period of greater movement, must be less than 2%.

SMP8 what it refers to the data connection, says that about the data connection rate, where the established connections of the total data connection attempts, from 10am – 10pm has to be greater than or equal to 98%.

SMP9 still about the data connection, it talks about connection drops of the total established data connections, from 10 am to 10 pm, it has to be less than 5%.

SMP11 also regarding the data connection, it guarantees the contracted average transmission rate, this standard represents the average of all measurements carried out in the provider's network. It must reach at least the percentage described to the right of the contracted transmission rate, in the measurements taken from 10:00 am to 10:00 pm, it must be greater than 80%.

SMP12 it refers to the service, saying that the calls made must be answered within 20 seconds, and the percentage of this service meeting the stipulated time must be greater than or equal to 90% of the time. (TELECO, 2021).

2.9. NOISE, REFLECTION AND DISTORTION OF THE SIGNAL IN A CITY

When we are talking about wireless signal transmission, we must always be aware and know that nothing can be 100% effective, this is true for mobile telephony, because due to internal and external factors the signal can suffer distortions and losses during the journey until it reaches your destiny.

For this reason, the correct sizing of antennas in addition to their strategic positioning is so important.

The power that each antenna generates has to take into account all losses along the way so that it can be compensated, as the signal when moving in the middle will lose this power, the greater the distance, the more power for the signal to reach significantly up to the receiver.

In addition to the losses that occur, noise caused by external sources such as other antennas with close frequencies, as we know that signal transmission occurs everywhere and at all times, even if a signal does not come from another tower, electromagnetic waves that initially do not would be data signals can get mixed up causing such noise. Still on the losses, a big problem that occurs in cities is the signal fading, because when propagating the waves are subject to reflection, these waves can be reflected and redirected, on the ground or in the atmosphere, by puddles of water created by the relief, rivers, lakes, large constructions such as buildings or even small ones such as trees and even rain can cause problems, causing loss of signal. (TUDE, 2021).

2.10. QUALITY ANALYSIS SOFTWARE

Even if Anatel sets standards and inspects companies so that they deliver a certain level of quality, these services do not always occur as they should, for technical reasons that can be quickly remedied by the company, or even the negligence that some companies may do, for these reasons among others, we can find apps available to anyone that can indicate and monitor the quality of the signal we are receiving, without the need for specialized devices, simply with the cell phone we can do this quality analysis easily.

A good example that will be used in this work is the network cell info lite application, which can be easily downloaded on cell phones for free. Network Cell Info provides cell locations on the map and indicates network signal strength in addition to showing neighboring cells. It covers all cellular networks including LTE, HSPA+, HSPA, WCDMA, EDGE, GSM, CDMA and EVDO.



REFERENCIAS



- **ANATEL**, Agência nacional de Telecomunicações; **Qualidade - Telefonia Móvel**. Disponível em: < <https://www.gov.br/anatel/pt-br/dados/qualidade/indicadores-de-qualidade/controle-telefonia-movel#Cobertura>>. Acesso em: 14 jun. 2021.
- **ARAÚJO**, Gleidson. **Avaliação de Agregação de Enlaces em Redes Móveis: Um Estudo de Caso com Operadoras que Atuam na Região Metropolitana do Recife**: Recife, p. 11. 2016.
- **DIAS**, Pedro Henrique Soares. **Redes 5G I: A Nova Geração da Rede Celular**. 2016. Disponível em: < <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredes5g/default.asp>>. Acesso em: 05 mai. 2021.
- **GODINHO**, Hélio Ferreira; et al. **UMA ABORDAGEM SOBRE A TECNOLOGIA 4G LTE E SUA APLICAÇÃO NO BRASIL**. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, 2018.
- **HENRIQUES**, Ana Maria Junqueira; **MARTINS**, Vergílio Antonio. **Implantação de Estações Rádio Base (ERBs)**. 2009. Disponível em: <<https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialerb/default.asp>>. Acesso em: 02 jun. 2021.
- **MATTOS**, André. **QUAL A DIFERENÇA NA COBERTURA DAS REDES 3G, 4G E 5G?** 2019. Disponível em: <<https://www.mobiletime.com.br/artigos/11/09/2019/qual-a-diferenca-na-cobertura-das-rede-3g-4g-e-5g/#:~:text=Com%20a%20rede%203G%2C%20os,modem%20a%20cabo%20ou%20DSL.>>. Acesso em: 05 mai. 2021.
- **OLIVEIRA**, Renata Pereira. **Antena Yagi-Uda: Desenvolvimento de Antena para Telefonia Celular**. 2008. Disponível em: <<https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialyagiuda/default.asp>>. Acesso em: 02 jun. 2021.
- **PIVA**, Dean; et al. **A EVOLUÇÃO PARA A TECNOLOGIA 3G**. IMED, 2008. Disponível em: < <http://d.scribd.com/docs/u58rgb6j0qo17gsmnp3.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2021.



REFERENCIAS



- SANTOS, Ricardo Di Lucia. REDES GSM, GPRS E UMTS. UFRJ, 2008. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/ricardo/1_1.html>. Acesso em: 29 abr. 2021.
- SILVA, Lizandro Nunes. SERVIÇOS SMS I: ENVIO DA LOCALIZAÇÃO FÍSICA DO CELULAR. 2010. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialsmsloc/pagina_2.asp>. Acesso em: 02 mai. 2021.
- SILVA, Carlos Eduardo; ROCHA, Cesar Helmold; FREIRE, Vinicius Schubnell. Sistemas de Comunicação Pessoais. O Padrão GSM. PUC-Rio, [s/d]. Disponível em: <https://www.silvamello.org/Luiz_da_Silva_Mello/Apostilas_files/Apost_2_GSM.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2021.
- TELECO; Qualidade Celular. Disponível em: <<https://www.teleco.com.br/qualidadesmc.asp>>. Acesso em 02 jun. 2021.
- TECLIB, Bandwidth. [s/d]. Disponível em < <https://techlib.wiki/definition/bandwidth.html> >. Acesso em: 27 mai. 2021.
- TUDE, Eduardo; Enlace Rádio Digital Ponto a Ponto. 2020. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialrdig/pagina_2.asp>. Acesso em: 02 jun. 2021