

Um Panorama da Realidade da Rede 4G no Brasil

Giovanna Hermes Tonello, Sandro José Ribeiro da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)

Rua Dra. Maria Zélia Carneiro de Figueiredo, 870-A | Bairro Igara III - 92412-240 –
Canoas – RS

giovanna.tonello@hotmail.com, sandro.silva@canoas.ifrs.edu.br

Abstract. This paper arises aiming at conduct a bibliographic review of the current landscape of 4G technology in Brazil and its peculiarities front to the world scene.

Resumo. Este artigo surge com o intuito de realizarmos uma revisão bibliográfica sobre o atual panorama da tecnologia 4G no Brasil e suas peculiaridades frente ao cenário mundial.

1 Introdução

A motivação inicial para o desenvolvimento deste trabalho foi a constatação de que poucas pessoas compreendem as tecnologias móveis em redes *Wireless Wide Area Network*, a *WWan* é, conforme aponta Boyd (2011) em tradução livre, uma rede de longa distância que não faz o uso de fios e dá acesso a internet em uma grande área geográfica, como um país ou um continente. São exemplos de *WWAN* as redes 3G e 4G.

O objetivo geral deste trabalho consiste no esclarecimento do que é a rede 4G e como a sua implementação vem ocorrendo no Brasil. Também pretende-se fazer uma breve descrição de tecnologias anteriores à 4G para entender a evolução dos padrões da tecnologia móvel.

Este artigo encontra-se organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta a evolução dos protocolos de telefonia móvel. A seção 3 descreve especificamente a rede 4G. As conclusões são apresentadas na seção 4.

2 Evolução dos protocolos de telefonia móvel

Antes de tratarmos especificamente da tecnologia 4G, devemos entender como o padrão de telefonia móvel evoluiu com o passar dos anos. Para isso, faremos uma rápida explicação de cada uma das tecnologias anteriores a 4G e como representaram uma evolução tecnológica no setor móvel.

2.1 Primeira geração (1G)

A primeira geração da telefonia móvel sem fio ganhou a sigla 1G para identificá-la. Esta tecnologia só permitia o uso de voz, e foi introduzida no começo dos anos oitenta com a tecnologia *AMPS*¹ (*Advanced Mobile Phone System*). Segundo Tanenbaum (2003), “em

¹ O *AMPS* é um sistema que utiliza o múltiplo acesso por divisão de frequência, conhecido pela sigla *FDMA*.

todos os sistemas de telefonia móvel, uma região geográfica é dividida em células, e é esse o motivo pelo qual esses dispositivos são chamados às vezes telefones celulares.”. O autor destaca que no *AMPS* “as células têm em geral 10 a 20 km” e fazem uso de “832 canais full-duplex, cada um consistindo em um par de canais simplex”.

A *1G* era analógica e enviava ondas de forma contínua, o que fazia com que as taxas de erros e as interferências durante as ligações fossem altíssimas. Também podemos destacar a facilidade com que o sinal era interceptado, bastando que alguém sintonizasse na mesma frequência que o celular fazendo uso de um sintonizador de rádio para ouvir as conversas. Muitas pessoas até mesmo utilizavam frequências alheias com o intuito de creditar ligações em contas de terceiros. Esta tecnologia dependia do uso de *modems* externos aos aparelhos para que a troca de dados fosse possível, gerando um problema de compatibilidade entre os diferentes fabricantes devido à falta de padronização na época.

2.2 Segunda geração (2G)

A segunda geração ou, como também é conhecida, *GSM* (*Global System for Mobile Communication*) surge na década de 90, com o diferencial de permitir não só o uso de voz, mas também a troca de mensagens de texto *SMS* (*Short Message Service*) e acesso à internet fazendo uso da tecnologia *WAP*² (*Wireless Application Protocol*) em baixíssima velocidade. É importante destacar que a *2G* surge para caracterizar a evolução da tecnologia móvel analógica para a digital, sendo ela a responsável pela padronização da telefonia móvel. Conforme aponta Tanenbaum (2003), adotaram-se quatro sistemas diferentes, o *D-AMPS*³ (*Digital Advanced Mobile Phone System*), o *GSM*⁴ (*Global System for Mobile Communications*), o *CDMA*⁵ (*Code Division Multiple Access*) e o *PDC*⁶ (*Personal Digital Cellular*).

As redes *2G* permitem que várias conversas ocorram ao mesmo tempo sem que uma interfira na outra, isso se deve a otimização da forma de uso do espectro da telefonia, este processo é conhecido como multiplexação de banda. O padrão *2G* é utilizado até hoje para conversas e troca de *SMS*. Este avanço tecnológico se deve, conforme sugere A Cronologia... (2011), ao desenvolvimento da empresa Nokia.

2.3 General Packet Radio Service (GPRS)

O *GPRS* (*General Packet Radio Service*) trouxe uma significativa melhora nas transmissões móveis, aumentando as taxas de transferência de dados em redes *GSM*,

² A *WAP* é uma tecnologia que permite que aparelhos portáteis acessem a internet. Em 2002 a versão 2.0 desta tecnologia foi criada com intuito de proporcionar ao usuário uma melhor experiência na visualização dos conteúdos *web*.

³ Essa tecnologia é uma evolução do sistema *AMPS*.

⁴ O *GSM* é uma das tecnologias mais utilizadas no mundo inteiro para redes *2G*, possuindo uma taxa de dados muito maior por usuário que o *D-AMPS*.

⁵ Atualmente muitos consideram o *CDMA* a melhor solução técnica existente para sistemas móveis de segunda e terceira geração. Ele é amplamente utilizado nos *EUA*.

⁶ O sistema *PCD* é utilizado no Japão.

com velocidades de até 80Kbps⁷ para o usuário final e possuindo uma ampla cobertura de rede. Muitos consideram o *GPRS* uma tecnologia de transição que fica entre as tecnologias *2G* e a *3G*, sendo considerada por alguns especialistas uma rede “2,5G”. Apesar do termo nunca ter sido adotado oficialmente, é amplamente utilizado. Como funcionalidades diferenciais da tecnologia pode-se destacar a utilização simultânea de dados e voz devido a compatibilidade com o protocolo *IP*, além de dar acesso imediato e permanente à rede de dados.

Para que consiga cumprir com o seu propósito, o *GPRS* faz uso de até oito *slots* que ficam ativos apenas quando há transmissão ou recebimento de dados. É justamente por isso que as operadoras costumam cobrar pela quantidade de dados transferidos, e não pelo tempo de uso do acesso à *internet*. As operadoras, na maioria das vezes, utilizam cinco *slots*, destinando um ao *upload*. Isso interfere na velocidade máxima atingida pela rede, Alecrim (2012) nos traz alguns exemplos da utilização dos *slots* e as suas respectivas velocidades limite de transferência de dados: “se estiver em uso um esquema de codificação de canal chamado *CS-1* onde cada slot transmite até 9,05 Kb/s; se for utilizado *CS-2*, o limite é de 13,4 Kb/s; no caso de *CS-3*, a taxa máxima é de 15,6 Kb/s; por fim, o *slot* chega a 21,4 Kb/s com *CS-4*.” Os sistemas baseados em tecnologia *TDMA*, como o *IS-136*, também são compatíveis com o *GPRS*.

2.4 Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE)

O *EDGE* (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*), também tem como base a tecnologia *GSM*. Muitos consideram o *EDGE* um *GPRS* aprimorado, representando uma evolução tecnológica e fazendo com que seja chamado por alguns especialistas de rede “2.75G”.

Assim como o seu “antecessor” *GPRS*, o *EDGE* possui diversos *slots* de conexão. Seu diferencial está no fato de que faz uso de um esquema de modulação mais avançado, o *8-PSK*. Também utiliza novos tipos de codificação de canal, o que possibilita maiores taxas de transferência de dados, com velocidade de até 384Kbps⁸ para o usuário final. Foi com o *EDGE* que surgiu a possibilidade de *streaming* no acesso móvel à *internet*, o *streaming* nada mais é do que a transmissão contínua de dados, podendo ser utilizado para transmitir um *show* ao vivo a partir de um *smartphone* por exemplo.

2.5 Terceira geração (3G)

A terceira geração das telefônias móveis sem fio surge em 2001 através do sistema *UMTS* (*Universal Mobile Telecommunications System*), trazendo aos usuários uma grande melhora com relação a navegação na *internet* sendo oferecidos, normalmente, serviços com taxas de 7Mbps. Esta rede não utiliza a mesma frequência de rádio da geração anterior, o que justifica a lentidão da sua adoção no mundo. No Brasil ainda possuímos diversas áreas com baixa cobertura. O autor Romer (2013) cita uma pesquisa feita pela *Open Signal* que faz a constatação de que a nossa cobertura é 19% pior que a média global.

⁷ Apesar de teoricamente a velocidade da transferência de dados que faz uso desta tecnologia poder chegar a 171,2Kbps, ela dificilmente ultrapassa os 80Kbps. Isso se deve ao fato de que as operadoras dificilmente utilizam mais do que cinco slots.

⁸ De acordo com Alecrim (2012) a velocidade teórica da tecnologia é de 473,6 Kb/s.

A 3G utiliza principalmente as tecnologias WCDMA (*Wide-Band Code-Division Multiple Access*) e CDMA (*Code Division Multiple Access*), sendo que a WCDMA inclui as tecnologias HSPA e a sua evolução, a HSPA+ que são comercializadas no Brasil como a 3G+. A 3G+ basicamente oferece ao usuário uma velocidade de até 21Mbps e tem uma maior estabilidade de sinal.

3 Quarta geração (4G)

A 4G é a quarta geração das redes de telefonia móveis, seu diferencial esta na sua incrível velocidade de navegação, que fica por volta de 100 Mbps para download e 50 Mbps para upload, tendo um *ping* de no máximo 30 ms⁹. A promessa dessa tecnologia é aumentar em até 180 vezes a velocidade de navegação quando comparada a sua antecessora, a 3G.

Esta tecnologia possibilita que usuários utilizem novos serviços multimídia que não eram compatíveis com tecnologias anteriores, como é o caso de assistir um filme diretamente no seu *smartphone* fazendo uso do aplicativo do *Netflix*, neste caso não haveria a necessidade de realizar um download prévio do filme. Isso só se torna possível devido a velocidade que a rede 4G nos proporciona.

Como aponta Câmara (2012), a rede 4G é baseada no protocolo IP, possibilitando assim que mais usuários façam uso da mesma rede simultaneamente. Os principais representantes da 4G atualmente são as tecnologias LTE (*Long Term Evolution*) e a WiMax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*). Alguns comparativos entre eles podem ser encontrados na sessão 3.1 deste artigo.

3.1 WiMax e LTE

O WiMAX¹⁰ faz uso do padrão IEEE 802.16, podendo ser considerado, conforme aponta Santos (2011), “uma extensão do acesso sem fio de uma área de rede local (padrão 802.11)” para MANs (Metropolitan Area Network) e WANs (Wide Area Network). A técnica utilizada para possibilitar o uma alocação dinâmica dos recursos no tempo e na frequência para múltiplos usuários é chamada de OFDMA¹¹(*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*), sendo utilizada para *downlink* e *uplink*. O WiMAX móvel faz uso de um backbone IP com taxa máxima de dados de até 75 Mbps.

Já a tecnologia LTE surge baseada nas tecnologias de segunda geração GSM e de terceira geração WCDMA. Para realizar a alocação dinâmica, a LTE faz uso de duas tecnologias, a OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) para *downlink* e SC-FDMA (*Single Carrier Frequency Division Multiple Access*) para *uplink*. As suas taxas de dados são de até 326,4 Mbps no *downlink* e de 86.4 no *uplink*, porém as velocidades fora de laboratório costumam ser de até 100 Mbps para *downlink* e 50 Mbps no *uplink*.

⁹ O *ping* também é chamado de latência e é um comando que serve para testar a conectividade entre diferentes equipamentos que estão em uma rede utilizando o protocolo ICMP.

¹⁰ O WiMax é uma tecnologia de acesso sem fio (*wireless*) que oferece acesso a banda larga a grandes distâncias que variam de 6 a 9 km. (TELECO 2008)

¹¹ O OFDMA é baseado no OFDM.

O maior diferencial do LTE é que ele prioriza o tráfego de dados em vez do tráfego de voz, que era o que acontecia nas gerações anteriores. Isso torna o LTE uma rede de dados muito mais rápida e estável.

Como curiosidade, pode-se citar que quando esta tecnologia foi criada, ela não permitia o tráfego de voz. Para que isso fosse possível, foi necessário que as operadoras adaptassem a rede. Em um primeiro momento, a solução encontrada foi rebaixar o dispositivo móvel para a rede GSM/WCDMA quando estivesse recebendo uma ligação. Mais tarde tornou-se possível a realização de ligações na própria 4G LTE com o auxílio do VoLTE (Voice over LTE), no qual o telefone funciona normalmente na rede 4G.

3.2 A 4G no Brasil

No Brasil a implementação da 4G teve início nas cidades que seriam sedes da Copa do Mundo de 2014. Conforme apontam Craide e Peduzzi (2014), as operadoras de telefonia tinham obrigação de dar cobertura 4G a pelo menos 80% de cada uma das cidades-sede. Sendo assim, as cidades contempladas foram: Manaus, Fortaleza, Natal, Recife, Salvador, Brasília, Cuiabá, Belo Horizonte, São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba e Porto Alegre.

O atual presidente do SindiTelebrasil, Eduardo Levy, comenta que “a infraestrutura teve aumento médio de 28% entre 2013 e 2014. Sendo investidos R\$ 1,3 bilhão só nas cidades-sede”. Ele também cita que foram instaladas “mais de 15 mil novas antenas 3G e 4G e 120 mil pontos de wi-fi e 10 mil quilômetros de fibra ótica”.

No Brasil utilizamos a tecnologia LTE para a 4G, porém a frequência utilizada é de 2,5 GHz e não a de 700 Hz como nos Estados Unidos. Isso se deve ao fato da TV analógica ainda ser utilizada no nosso país. Quando o sinal da TV por essa frequência for cortado, ela estará livre para que a 4G a utilize, tornando a abrangência da rede muito maior. Apesar de já ter sido adiado inúmeras vezes, o desligamento da TV digital está previsto para ocorrer em âmbito nacional até novembro de 2018, conforme cita Tavares (2014).

A cidade de Porto Alegre tem atualmente, de acordo com Fortuna (2014), 526 estações rádio base de 4G que fazem a conexão entre os telefones celulares e a companhia telefônica. Já a cidade de Canoas ainda carece de cobertura, contando com apenas 33 estações de 4G e contando com serviços apenas das operadoras Claro e Vivo.

De acordo com uma pesquisa realizada em fevereiro deste ano pela OpenSignal, o Brasil está em terceiro lugar no ranking de velocidade da 4G, tendo a operadora Claro ficado em primeiro lugar em velocidade no ranking geral dentro de um âmbito mundial.

Isso se dá devido a utilização da banda 2,5 GHz pelos satélites, que apesar de darem uma menor cobertura, possibilitam a disponibilização de uma maior velocidade aos seus utilizadores. Outro fator que influencia a velocidade disposta pela 4G no Brasil é o fato de que a rede ainda possui poucos usuários, isso faz com que a rede dificilmente se congestionue.

3.2.1 Dispositivos compatíveis com a rede 4G no Brasil

Em outubro deste ano, a empresa Teleco disponibilizou uma lista dos aparelhos compatíveis com a tecnologia 4G do Brasil, totalizando 62 modelos já homologados

pela Anatel até o momento. Os dispositivos com suas respectivas marcas podem ser analisados na lista abaixo:

- Apple: iPhone 5c e iPhone 5s.
- BlackBerry: Blackberry Z10, Blackberry Q10, Blackberry Q5 e Blackberry Z30
- Huawei: Ascend P7.
- Nokia: Lumia 920, Lumia 820, Lumia 925, Lumia 625, Lumia 909, Lumia 1320, Lumia 1520.3, RM-975, RM-1045 e RM-985.
- LG: LG-D956, LG-D805, LG-P655h, Phablet LG Optimus G Pro , LG Optimus F5, Optimus G, LG-D625, LG-D855P, D392d, D722p e D390.
- Motorola: RAZR HD, Moto X, XT1040, XT1097, XT1039, XT-1225 e Moto X2.
- Sony: Xperia ZL, Xperia SP, Xperia Z1, Xperia Z Ultra, D6543, XPeria M2, D5106, D2403, Xperia Z3, Xperia Z3 Compact e Xperia TM E3.
- Samsung: Galaxy SIII, Galaxy Exeexpress, GT-I9515L, SM-C115M, Galaxy Note II, Galaxy ACE 3, Galaxy S4 Active, Galaxy Note 3, GT-I9515L, SM-G900M, SM-G357M, SM-G900MD, SM-T705M, SM-G313MU, SM-G800Y, SM-N9100 e SM-G850M.

Como pode-se analisar, os aparelhos disponíveis para o público brasileiro que são compatíveis com a 4G ainda são poucos. Principalmente quando comparados ao total de 1889¹² aparelhos que são compatíveis com a LTE em âmbito mundial. Isso se deve ao fator do padrão da 4G brasileira utilizar LTE em uma frequência muito alta quando comparada ao padrão adotado em outros países.

4 Conclusão

Fica evidente que a tecnologia teve uma evolução assombrosa nas últimas décadas quando paramos e analisamos que fazem apenas 20 anos que o celular chegou no Brasil. A tecnologia móvel naquela época permitia apenas envio e recebimento de voz de forma analógica, além do que os dispositivos tinham um formato bem diferente do qual estamos habituados. Eram grandes, pesados e possuíam uma bateria externa igualmente grande e pesada que era necessária para o seu funcionamento. Quatro gerações das redes móveis já foram criadas em 20 anos, três delas ainda utilizadas.

Uma considerável parcela da população brasileira hoje em dia já faz uso da 3G, e aos poucos as redes móveis 4G vem sendo adotadas. A adoção e expansão do serviço no Brasil ocorreu devido a Copa do Mundo, porém a frequência escolhida é muito alta quando comparada a de outros países, não sendo compatível com a maioria dos aparelhos do mercado em âmbito mundial. Isso tende a mudar quando a frequência da televisão analógica for liberada, abrindo espaço para o leilão do espectro para as companhias interessadas.

¹² Informação disponíveis em http://www.teleco.com.br/4g_dispositivos.asp

Referências bibliográficas

- A CRONOLOGIA das Gerações de Telefonia Móvel: 1G 2G 3G e 4G. 2011. Disponível em: <http://www.mobilepronto.org/blog/a_cronologia_das_geracoes_de_telefonia_movel_1g_2g_3g_e_4g>. Acesso em: 30 jul. 2016.
- ALECRIM, Emerson. **Tecnologias 2G e 2,5G: TDMA, CDMA, GSM, GPRS e EDGE**. 2012. Disponível em: <<http://www.infowester.com/2g.php#25g>>. Acesso em: 29 jul. 2016.
- ARBULU, Rafael 3G, 3G+ e 4G: quais as diferenças entre essas tecnologias? 2012. Disponível em: <<http://olhardigital.uol.com.br/noticia/3g-3g-e-4g-quais-as-diferencas-entre-essas-tecnologias/24386>>. Acesso em: 29 jul. 2016.
- BOYD, Jimmy. **WWAN Vs. WLAN**. 2011. Disponível em: <http://www.ehow.com/info_12206973_wwan-vs-wlan.html>. Acesso em: 30 jul. 2016.
- CÂMARA, Marlon. **O que é internet 4G?** 2012. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2012/01/o-que-e-internet-4g.html>>. Acesso em: 29 jul. 2016.
- COSTA, Philipp B. et al. **Uma Análise do Impacto da Qualidade da Internet Móvel na Utilização de Cloudlets**. 2014. Disponível em: <<http://sbrc2014.ufsc.br/anais/files/trilha/ST06-1.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2016.
- CRAIDE, Sabrina; PEDUZZI, Pedro. **Sedes da Copa devem ter 80% da área urbana com sinal de 4G**. 2014. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2014-06/sedes-da-copa-devem-ter-80-da-area-urbana-com-sinal-de-4g>>. Acesso em: 29 set. 2014.
- FARINA, Erik. **A um mês de novo leilão, sinal 4G é instável em Porto Alegre e outras cidades do país**. 2014. Disponível em: <<http://zh.clicrbs.com.br/rs/vida-e-estilo/noticia/2014/08/a-um-mes-de-novo-leilao-sinal-4g-e-instavel-em-porto-alegre-e-outras-cidades-do-pais-4587428.html>>. Acesso em: 29 jul. 2016.
- FORTUNA, Maria Eduarda. **Veja quais operadoras de telefonia oferecem melhor serviço no RS: Rádio Gaúcha fez teste com aplicativo lançado pela Anatel**. 2014. Disponível em: <<http://gaucha.clicrbs.com.br/rs/noticia-aberta/veja-quais-operadoras-de-telefonia-oferecem-melhor-servico-no-rs-119837.html>>. Acesso em: 29 jul. 2016.
- FRANCIULLI, Thiago. **4G no brasil**. 2012. Disponível em: <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/4-g-No-Brasil/534250.html>>. Acesso em: 09 ago. 2016.
- GALVÃO, Heitor. **Multiplexação por divisão ortogonal de frequência (OFDM)**. 2013. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/heitorgalvao1/multiplexao-por-diviso-ortogonal-de-frequeciaofdm>>. Acesso em: 09 ago. 2016.
- GRASEL, Felipe. **O que é e como funciona a 4G?** 2011. Disponível em: <<http://www.oficinadanet.com.br/post/12569-o-que-e-e-como-funciona-4g>>. Acesso em: 09 ago. 2016.

- KARASINSKI, Lucas. **Mais que 4G: entenda a tecnologia LTE-Advanced**. 2013. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/4g/41622-mais-que-4g-entenda-a-tecnologia-lte-advanced.htm>>. Acesso em: 07 ago. 2016.
- MAGALHÃES, Patrick Leandro. **LTE - Long Term Evolution - Tecnologia 4G Leia mais** em: <http://www.webartigos.com/artigos/lte-long-term-evolution-tecnologia-4g/19064/#ixzz3Ek4ETI2K>. 2009. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/lte-long-term-evolution-tecnologia-4g/19064/>>. Acesso em: 12 ago. 2016.
- MORIMOTO, Carlos. **HSPA+, WiMax e LTE: à espera do 4G**. 2011. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/artigos/hspa-wimax-lte/>>. Acesso em: 13 ago. 2016.
- OPTIMUS. **LTE – Long Term Evolution: 4ª Geração Móvel**. 2010. Disponível em: <http://cms.comsoc.org/eprise/main/SiteGen/Uploads/Public/Docs_Chapter_Portugal/Events/Slides_Talk_10_5.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2016.
- PINHEIRO, José Mauricio Santos. **Multiplexação Ortogonal por Divisão de Frequência**. 2005. Disponível em: <http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_multiplexacao_ortogonal_por_divisao_de_frequencia.php>. Acesso em: 09 ago. 2016.
- ROMER, Rafael. **GSM, 3G, EDGE, HSPA, 4G e LTE: entenda as siglas de conexão mobile**. 2013. Disponível em: <<http://canaltech.com.br/o-que-e/telecom/GSM-EDGE-HSPA-LTE-Entenda-as-siglas-de-conexao-mobile/>>. Acesso em: 09 ago. 2016.
- SIGNAL, Open. **The State of LTE**. 2014. Disponível em: <<http://opensignal.com/reports/state-of-lte-q1-2014/>>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- TANENBAUM, A. S., *Redes de computadores*, Tradução da 4a Edição, Rio de Janeiro: Campus, 2003.
- TAVARES, Mônica. **Desligamento da TV analógica no Brasil será iniciado em 2016** Read more: <http://oglobo.globo.com/economia/desligamento-da-tv-analogica-no-brasil-sera-iniciado-em-2016-12989570#ixzz3HiveKjGQ>: Governo fará antes um teste na cidade de Rio Verde, em Goiás Read more: <http://oglobo.globo.com/economia/desligamento-da-tv-analogica-no-brasil-sera-iniciado-em-2016-12989570#ixzz3HivjGeqe>. 2014. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/desligamento-da-tv-analogica-no-brasil-sera-iniciado-em-2016-12989570>>. Acesso em: 12 ago. 2016.
- TECNOLOGIA 4G. 2014. Disponível em: <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Tecnologia-4G/56124489.html>>. Acesso em: 11 ago. 2016.
- TELECO. **4G: Dispositivos 4G**: Dispositivos 4G (LTE) no Brasil. 2014. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/4g_dispositivos.asp>. Acesso em: 09 ago. 2016.
- TELECO. **LTE**. 2014. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/lte.asp>>. Acesso em: 09 ago. 2016.
- TORRES, Gabriel. **Faixas de Frequência Usadas por Redes 4G LTE**. 2013. Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/artigos/Faixas-de-Frequencia-Usadas-por-Redes-4G-LTE/2885>>. Acesso em: 14 ago. 2016.