

## **Análise e Avaliação de Desempenho dos Sistemas Móveis Celulares na Cidade de Pau dos Ferros/RN**

**Igor Moisés da Costa Barros<sup>1</sup>, Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Engenharia de Computação – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) Pau dos Ferros – RN – Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Engenharias e Tecnologia – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Pau dos Ferros – RN - Brasil

igormoisescb@gmail.com, francisco.segundo@ufersa.edu.br

**Abstract.** *Cellular mobile telephony, since its inception, has been constantly evolving. Despite technological developments, it is a challenge for operators to serve an entire population with standard quality. Based on this, the present work aims to measure the quality of cellular telephony from the operators Tim and Vivo in the city of Pau dos Ferros-RN. In this work, measurements of download, upload, latency and received power, performed in neighborhoods of the city, will be analyzed using the Android platform application, OpenSignal. From the analyzed aspects, it is clear that the operator VIVO obtained a better performance compared to the operator TIM in the regions of data collection.*

**Resumo.** *A telefonia móvel celular, desde o seu surgimento, está em constante evolução. Apesar da evolução tecnológica, é um desafio para as operadoras atender uma população inteira com qualidade padrão. Com base nisso, o presente trabalho objetiva mensurar a qualidade da telefonia celular a partir das operadoras Tim e Vivo na cidade de Pau dos Ferros-RN. Neste trabalho, serão analisadas as medições de download, upload, latência e potência recebida, realizadas em bairros da cidade, utilizando o aplicativo para plataforma Android, OpenSignal. A partir dos aspectos analisados, percebe-se que a operadora VIVO obteve um desempenho melhor em comparação a operadora TIM nas regiões de coleta dos dados.*

### **1. Introdução**

Com a modernização da sociedade, os meios de comunicação tornaram-se cada vez mais presente e acessível à população (CARAZZA; et al., 2017). Essas novas tecnologias passaram a desempenhar um papel fundamental para o desenvolvimento sociedade moderna (GODINHO; et al., 2018).

De acordo com Godinho (2018), devido os avanços nos sistemas de transmissão de dados sem fio e dos serviços ofertados, o número de adeptos aumentou. Segundo uma pesquisa divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2018, o Brasil fechou o ano de 2016 com 116 milhões de pessoas

conectadas à *internet*, isso equivale a 64,7 % da população brasileira com idade acima de 10 anos. A pesquisa revelou, também, que 94,6 % das pessoas que acessaram a *internet* utilizaram um *smartphone*. Dados da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) revelou que a telefonia móvel registrou em 2010 mais de 202 milhões de linhas móveis em operação no país, enquanto o ano de 2017 fechou com mais de 241 milhões de linhas móveis ativas. Um aumento superior a 16 % em sete anos (ANATEL, 2015), (ANATEL, 2017). Logo, é possível perceber o grande crescimento da indústria de comunicação sem fio no país.

Abrindo um novo caminho nos sistemas de transmissão de dados sem fio, a terceira geração (3G) foi criada como uma melhoria da geração anterior (2G), possibilitando altas taxas de transmissão de dados para os serviços de multimídia e/ou acesso à *internet*, baseada nas tecnologias UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) e CDMA2000 (OLIVERIA, 2007), (GODINHO, 2018). Esta geração é conhecida pela integração do acesso a voz e dos dados digitais, que prometem acesso infinito de maneiras jamais vista, com taxas de transmissões de dados potencial de até 3 Mbps, além de ser a geração que, segundo especialistas, o uso de dados em dispositivos móveis ultrapassaria o uso da voz, em pouco tempo (TANENBAUM, 2011), (MAZZONI, 2014). Posteriormente, surgiu a evolução do HSPA, denominada de HSPA+, cuja tecnologia pertence a geração “3,75G”, com capacidade de trabalhar com maiores taxas de transferências de dados, onde, teoricamente, é possível obter 168 Mbps para download e 22 Mbps para upload, com uma latência de 25 ms (TELECO, 2010), (ALECRIM, 2012).

A quarta geração (4G) é baseada na tecnologia LTE (*Long Term Evolution*), com velocidade de até 1 Gbps e 100 Mbps, em terminais fixos e móveis, respectivamente, proporcionando uma alta qualidade da transmissão de dados e tornando-se o destaque dessa geração (ALMEIDA, 2012), (RODRIGUES, 2012). A rede 4G é totalmente baseada no uso de *Internet Protocol* (IP), um sistema que integrará as redes de *wired* (cabos) e a rede *wireless* (sem fio) (RODRIGUES; FARIA; AZEVEDO, 2015), (SGANZERLA; RÜCKER, 2010).

## 2. Metodologia

Um grande problema enfrentado, não só no interior, mas em alguns pontos dos grandes centros, é a falta de cobertura da rede móvel das operadoras em diversos locais da cidade. Locais afastados do centro e/ou da zona urbana sofrem por essa deficiência das operadoras, que impossibilita os usuários de utilizarem os serviços ofertados pela prestadora. Outro problema, é a baixa qualidade das taxas de transmissão de dados móveis das operadoras móveis, que dificulta o acesso e a comunicação dos usuários. A partir dessas limitações apresentadas, foi proposto um estudo acerca dessa problemática com a finalidade de analisar as transmissões

A metodologia utilizada para realizar este trabalho dar-se-á inicialmente por uma revisão bibliográfica acerca do tema, para entender o processo de evolução das redes celulares e os conceitos básicos da área. Após esta fase, com o auxílio de um aplicativo *mobile* para plataforma Android, o *OpenSignal*, serão realizadas as medições de *dowlink* e *uplink*, potência recebida e a latência, em bairros da cidade de Pau dos Ferros-RN. Posteriormente, com os dados coletados na fase anterior, serão gerados os gráficos que terão os bairros agrupados por regiões próximas ou adjacentes, para

realizar uma análise comparativa da qualidade das transmissões dados, latência e potência

A coleta de dados deu-se na cidade Pau dos Ferros – RN, nos seguintes bairros: Alto do Açude, Aluizio Diógenes, Bela Vista, Carvão, Centro, João XXIII, São Judas Tadeu e Riacho do Meio. A Vivo e a Tim foram as operadoras escolhidas para realização da análise, pois, de acordo com a Anatel, são as únicas operadoras que disponibilizam o sinal 4G na cidade de Pau dos Ferros. No entanto, em todas as medições, a Vivo operou em 3G (HSPA+), enquanto a Tim operou em 4G (LTE). A seguir, a Figura 1 mostra a localização da estação rádio base da Tim, que fica próxima ao Hertz Center Hotel, e da Vivo, localizada nas proximidades do Açougue Público da cidade.



Figura 1. Estações Rádio Base de Pau dos Ferros e sua cobertura de sinal.

Para um melhor resultado, foram realizadas para cada bairro 40 medições em céu aberto de *download*, *upload*, latência e potência recebida, em pontos distintos, pelo aplicativo *OpenSignal* para plataforma Android. Além disso, a coleta de dados entre os bairros ocorreu em horários aleatórios. Foi utilizado para as medições o *smartphone* Mi Max 2 da empresa Xioami, configurado para não realizar o *Roaming* de dados.

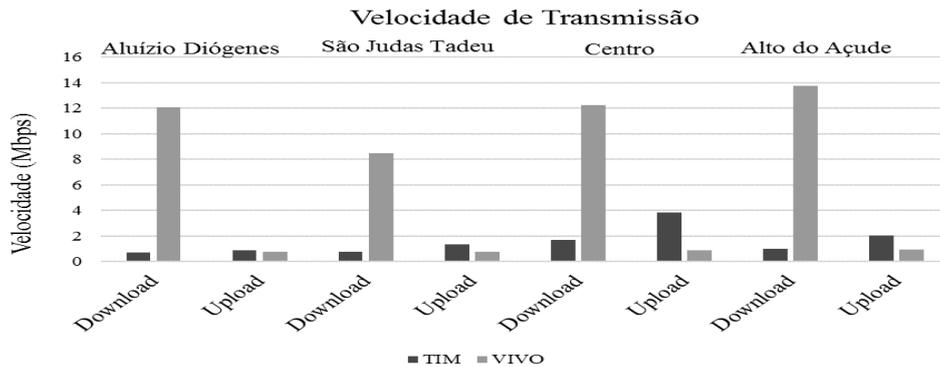
### 3. Resultados e Discussões

Após as medições, todos os dados coletados foram dispostos em tabelas, que possibilitou realizar a média aritmética de cada bairro, separando-os em duas regiões de 4 bairros adjacentes e gerar os gráficos em seções de *download*, *upload*, latência e potência. Além disso, foi calculado a disponibilidade de resposta (quantidade de medições com resultados diferentes de zero ou nulo), que é a taxa de retorno de resposta, pois em alguns casos durante as medições, parâmetros como *download*, *upload* e latência, obtiveram resposta nula.

### 3.1. Velocidade de Transmissão

Neste subcapítulo serão apresentados os resultados referentes às taxas de transmissão de *download* e *upload*, bem como a disponibilidade de resposta para essas duas taxas.

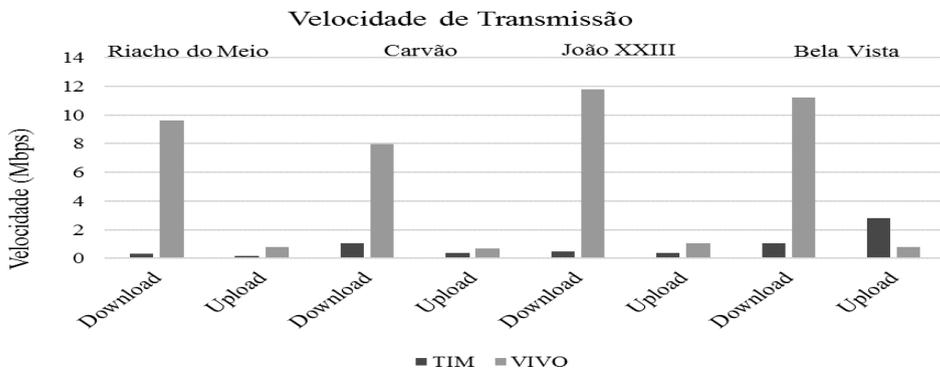
A Figura 2 dispõe dos resultados para velocidade de transmissão de dados para os bairros Aluízio Diógenes, São Judas Tadeu, Centro e Alto do Açude.



**Figure 2. Taxas de transmissão de dados nos bairros Aluízio Diógenes, São Judas Tadeu, Centro e Alto do Açude.**

Os resultados da Figura 2 mostram a Vivo com as três melhores velocidades de transmissões de downloads, nos bairros Aluízio Diógenes, Centro e Alto do Açude, que alcançaram velocidades de 12,07 Mbps, 12,26 Mbps e 13,74 Mbps, respectivamente. E a Tim, foi de 1,74 Mbps no Centro da cidade. A Tim obteve 100 % de disponibilidade de resposta nos quatros bairros e a Vivo, somente, no bairro Alto Açude. Nas transmissões de upload, a Tim conseguiu o melhor resultado, com 3,84 Mbps no Centro e a menor taxa foi de 0,74 Mbps no São Judas Tadeu, com a Vivo. A Vivo atingiu a taxa de 100 % de disponibilidade de resposta de upload em três bairros, com exceção, apenas, do Aluízio Diógenes, enquanto a Tim logrou êxito, somente, no São Judas Tadeu.

Na Figura 3 dispõe os resultados para velocidade de transmissão de dados nos bairros Riacho do Meio, Carvão, João XXIII e Bela Vista.



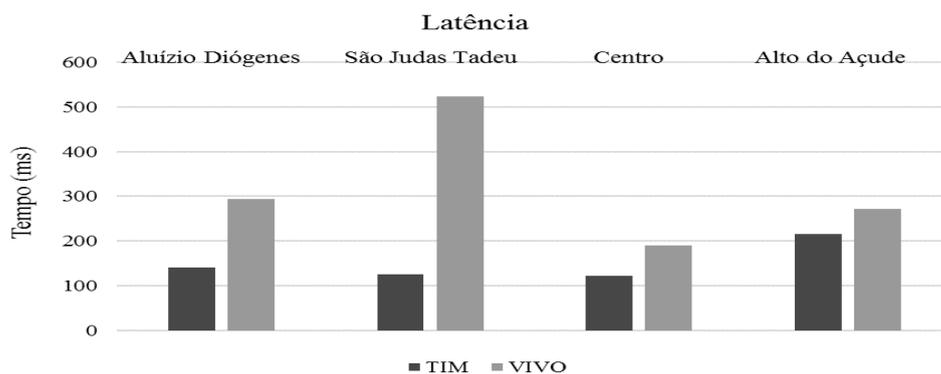
**Figure 3. Taxas de transmissão de dados nos bairros Riacho do Meio, Carvão, João XXIII e Bela Vista.**

Com base na Figura 3, os bairros João XXIII e Bela Vista tem as melhores taxas de transmissão de *downloads* dessa região como a Vivo, com 11,77 Mbps e 11,22 Mbps, respectivamente. Nos bairros Riacho do Meio e Carvão, a Vivo atingiu taxas de transmissão de *download* de 9,6 Mbps e 7,96 Mbps, respectivamente. O melhor desempenho da Tim foi no bairro Bela Vista com 1,05 Mbps, e o pior desempenho foi no bairro Riacho do Meio com uma taxa de 0,35 Mbps. No bairro Bela Vista, a Tim e a Vivo lograram uma disponibilidade de resposta de 100 %, enquanto no Carvão a Vivo atingiu a menor disponibilidade de resposta, com 80 %. A maior taxa nas transmissões de dados de *upload*, foi bairro Bela Vista com 2,78 Mbps, e a menor foi no bairro Riacho do Meio com 0,16 Mbps, ambas pela operadora Tim. A Vivo alcançou 100 % disponibilidade de resposta de *upload* no João XXIII e no Riacho do Meio.

### 3.2. Latência

Neste subcapítulo serão apresentados os resultados de latência, que é o tempo de resposta para transmissão de dados.

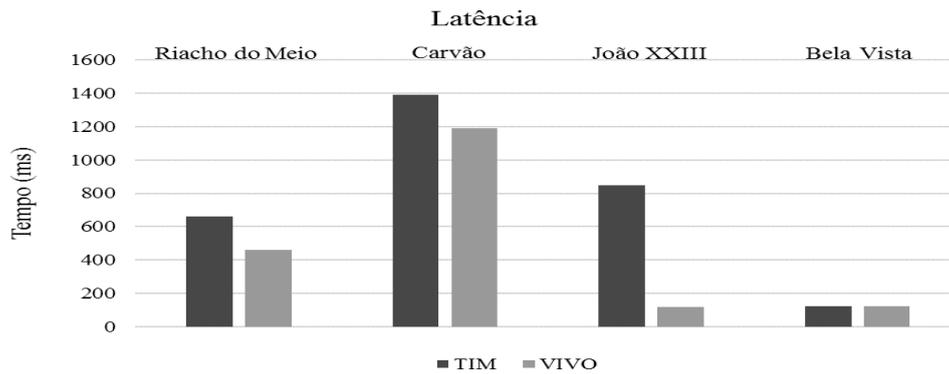
A Figura 4 dispõe dos resultados para tempo de resposta nas medições realizadas nos bairros Aluízio Diógenes, São Judas Tadeu, Centro e Alto do Açude.



**Figura 4. Tempo de resposta para transmissão de dados nos bairros Aluízio Diógenes, São Judas Tadeu, Centro e Alto do Açude.**

De acordo com a Figura 4, a Vivo atingiu as maiores latências nos quatro bairros, ou seja, ela obteve os piores resultados. O São Judas Tadeu obteve a maior latência com 523,92 ms, seguido do Aluízio Diógenes com 294,69 ms. A Tim obteve as menores latências, nos bairros São Judas Tadeu e Centro, com 125,28 ms e 121,67 ms, respectivamente. Nos bairros Aluízio Diógenes, São Judas Tadeu e Centro, a Tim atingiu 100 % de disponibilidade de resposta para potência recebida. Esses resultados devem-se, possivelmente, ao fato dos bairros se localizarem próximos a ERB da operadora.

A Figura 5 dispõe dos resultados para tempo de resposta nas medições realizadas nos bairros Riacho do Meio, Carvão, João XXIII e Bela Vista.



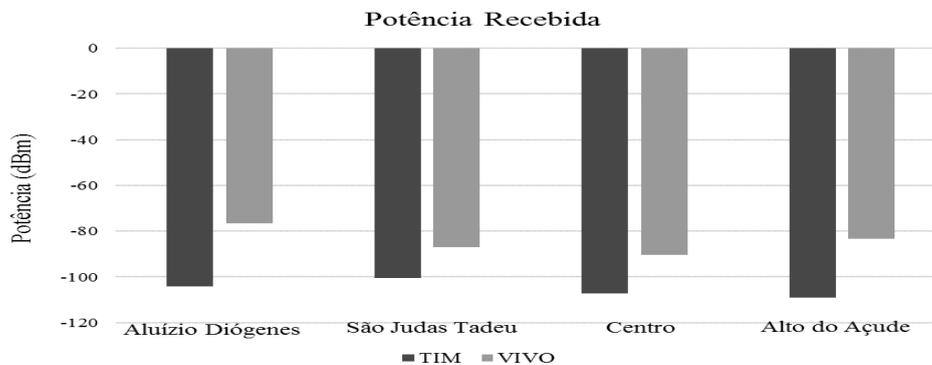
**Figura 5. Tempo de resposta para transmissão de dados nos bairros Riacho do Meio, Carvão, João XXIII e Bela Vista.**

De acordo com a Figura 5, é possível perceber que o bairro Carvão obteve as maiores latências para Tim e Vivo, com o tempo de 1393,26 ms e 1189,64 ms, respectivamente. Já o bairro Bela Vista alcançou a menor latência para ambas as operadoras, com 121,89 ms para Tim e 121,86 para Vivo, praticamente iguais. No bairro Carvão, a Tim e a Vivo obtiveram as menores taxas de disponibilidade de resposta, com 65,71 % e 71,43 %, respectivamente.

### 3.3. Potência

Neste subcapítulo serão apresentados os resultados da potência recebida durante as medições em cada bairro.

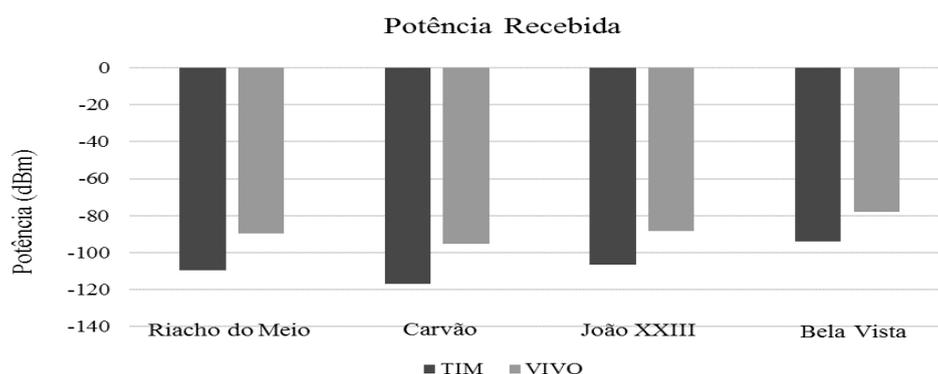
A Figura 6 apresenta os resultados da potência recebida nos bairros Aluízio Diógenes, São Judas Tadeu, Centro e Alto do Açude.



**Figura 6. Potência recebida nos bairros Aluízio Diógenes, São Judas Tadeu, Centro e Alto do Açude.**

De acordo com a 6, no bairro Aluízio Diógenes, a Vivo teve a maior potência recebida, com -76,44 dBm, enquanto no bairro Alto do Açude a Tim recebeu a menor potência, com -109,11 dBm.

A Figura 7 apresenta os resultados da potência recebida nos bairros Riacho do Meio, Carvão, João XXIII e Bela Vista.



**Figura 7. Potência recebida nos bairros Riacho do Meio, Carvão, João XXIII e Bela Vista.**

Nota-se que, novamente, a Vivo apresentou os maiores resultados, com destaque para o bairro Bela Vista, com uma potência de -78,19 dBm, enquanto no bairro Carvão a Tim atingiu uma potência de -116,83 dBm, ficando em último lugar.

#### 4. Conclusões

Com o crescente mercado dos serviços para comunicação sem fio, o presente trabalho desempenhou um papel importante para a comunidade de Pau dos Ferros-RN que, agora, dispõe de resultados reais da qualidade da *internet* móvel da cidade, proporcionando aos usuários a comodidade de saber qual operadora obteve melhores resultados em uma região específica.

Através das medições individuais, foi visto que a qualidade da potência recebida não tem relação com a taxa de transmissão dos dados móveis, uma vez que, para uma potência de -91 dBm alcançou-se taxas de transmissões de dados de *download* de 0 Mbps, 0,84375 Mbps, 3,6 Mbps, 4,52 Mbps, 10,48 Mbps e 12,94 Mbps. Além disso, como já foi dito anteriormente, a Tim e a Vivo utilizaram as tecnologias LTE e HSPA+, respectivamente, em todas as aferições. Entretanto, em todos os resultados para *download*, a Vivo desempenhou um melhor resultado, provavelmente, por possuir uma quantidade de usuários inferior em suas células. De acordo com as especificações disponíveis, a HSPA+ tem uma latência de 25 ms, enquanto a LTE é de 10 ms, porém, nenhum resultado de latência chegou próximo da especificada para cada tecnologia.

Futuramente, objetiva-se aumentar a quantidade de regiões analisadas e acrescentar as operadoras que não entraram nesse primeiro momento para a coleta de dados, visando aumentar a quantidade de informações para os usuários dos serviços móveis e inserir o percentual em cada bairro de qual operadora foi melhor em relação as demais.

#### 5. Referências Bibliográficas

ALECRIM, Emerson. (2012) “*Tecnologias 3G e 4G: CDMA-2000, UMTS, HSPA, HSPA+ e LTE*”, <https://www.infowester.com/3g4g.php>, Janeiro.

- Almeida, M. A. F. (2012) “Introdução ao LTE - Long Term Evolution”, <http://teleco.com.br/pdfs/tutorialintlte.pdf>, Junho.
- Anatel, Agência Nacional de Telecomunicações. (2015) “Relatório Anual 2015”, <http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=342736&assuntoPublicacao=null&caminhoRel=null&filtro=1&documentoPath=342736.pdf>, Dezembro.
- Anatel, Agência Nacional de Telecomunicações. (2017) “Brasil registra 241 milhões de linhas móveis em operação em setembro de 2017”, <http://www.anatel.gov.br/institucional/noticias-destaque/1805-brasil-registra-241-milhoes-de-linhas-movel-em-operacao-em-setembro-de-2017>, Agosto.
- Carazza, V. A. et al. (2017) “Sistema de Medição e Análise de Qualidade de Redes Celulares Móveis”, XXXV Simpósio Brasileiro de Telecomunicações e Processamento de Sinais. São Pedro - Sp, p. 944-948.
- Godinho, H. F. et al. (2018) “Uma Abordagem Sobre a Tecnologia 4g LTE e Sua Aplicação No Brasil”, Revista Científica Semana Acadêmica, Fortaleza, v. 1, n. 120, p.1-14.
- Mazzoni, V. de S. (2014) “Análise Histórica e Funcional das Redes 4G LTE”, 56 f. Monografia (Especialização) - Curso de Sistemas de Informação, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.
- Oliveira, A. C. de. (2007) “HPDPA: Transmissão de Dados em Telefonia Móvel” <http://www.teleco.com.br/tutoriais/pdf2010/tutorialhspdpa.pdf>, Setembro.
- Rodrigues, C. F. R. (2012) “Avaliação da Qualidade e Desempenho de Serviços em Redes LTE” [dissertação de mestrado]. Lisboa, Portugal: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Rodrigues, D. S.; Faria, D. B. and Azevedo, J. P. A. (2015) “Telefonia móvel: Evolução e dependência” 76 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campos dos Goytacazes.
- Santos, E. G. C. (2011) “Comparação entre WIMAX e LTE”. 2011. 42 f. Monografia (Especialização) - Curso de Teleinformática e Redes de Computadores, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
- Sganzerla, A. R. e Rücker, L. H. A. (2010) “Estudo Comparativo entre as redes 3G e 4G”, <http://www.ppgia.pucpr.br/~jamhour/RSS/TCCRSS09A/Andrei%20Ricardo%20Sganzerla%20-%20RSS09A.pdf>, Agosto.
- Tanenbaum, A. S. and Wetherall, J. (2011) “Redes de Computadores”, 5ª edição. Rio de Janeiro. Editora Campus.