

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

Identificação de ofensores em redes IEEE 802.11

Roger Prior Gregio¹, Camila Madeiros Alcantara²; Ana Paula Guidorzi Affonso³; Lia Toledo Moreira Mota⁴;

Resumo - O presente artigo apresenta um estudo que tem por objetivo identificar a Anomalia da MAC nas redes IEEE 802.11 (Wi-Fi), experimentalmente. Nesse sentido, foi implementada uma bancada experimental que permitiu a identificação dos dispositivos ofensores da rede Wi-Fi, com base em medições da taxa de transmissão de dados na rede.

Palavras-chave: Ofensores; Anomalia da MAC; Taxa de transmissão; Redes sem fio.

Abstract – *This article presents a study that aims to identify the MAC Anomaly in IEEE 802.11 networks (Wi -Fi), experimentally. In this sense , an experimental bench that allowed the identification of offenders devices Wi -Fi network was implemented , based on measurements of the network data transmission rate .*

Keywords: *Offenders; MAC Anomaly; Transfer rate; Wireless Networks*

¹ Pontifícia Universidade Católica de Campinas, rogerdpk@uol.com.br

² Pontifícia Universidade Católica de Campinas, camilamadeiros@hotmail.com

³ Pontifícia Universidade Católica de Campinas, anaguidorzi@hotmail.com

⁴ Pontifícia Universidade Católica de Campinas, lia.moreira.mota@gmail.com

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.**1. Introdução**

O crescimento acelerado da demanda de redes de internet pela sociedade, para usos profissionais e/ou pessoais, faz com que se eleve o número de redes sem fio desenvolvidas para permitir a troca de informações e maior mobilidade nas linhas de comunicação. Atualmente, as redes sem fio são classificadas como o meio de acesso a comunicação mais difundido e popular, usada em inúmeros dispositivos do cotidiano, tais como *smartphones* e *tablets*. Cabe destacar que somente em 2012, foram comercializados em nível mundial um total de 821 milhões de aparelhos inteligentes, cuja tendência é triplicar para o presente ano (2016) (GARTNER, 2013).

A comunicação desses equipamentos está relacionada à frequência utilizada para a transferência de sinal, já que se esse é transferido à baixa frequência se obtém uma rede de baixa potência nas quais as ondas de rádio tendem a confrontar obstáculos e por isso tem como limitante o fator distância. Em contrapartida, em equipamentos que funcionam com alta frequência, suas ondas de rádio tendem a viajar em linhas retas, tendo como limitante apenas as questões climáticas locais, como as chuvas e neblinas da região (TANEMBAUM, 2003).

Visando padronizar as características de transmissão de dados, para uma maior eficiência no seu funcionamento, em 1997, foi lançado o padrão IEEE 802.11 (*Wi-Fi – Wireless Fidelity*), cujo propósito é estabelecer um método de acesso ao meio físico e várias especificações físicas para a conectividade das redes sem fio dentro de uma WLAN (*Wireless Local Area Network*) que tem sua classificação baseada na abrangência da rede cabeada (STANDARD IEEE, 2012).

2. Referencial Teórico

O padrão IEEE 802.11 também prevê condições de distribuição igualitária de acesso aos equipamentos conectados à rede de transmissão, por fazer com que a vazão total da rede seja compartilhada igualmente entre o número de dispositivos conectados. Entretanto, foi identificado que o aumento do número de dispositivos conectados à rede faz com que se forme uma competição entre os equipamentos que pode afetar negativamente o desempenho da rede de transmissão de dados. Esse comportamento ocorre, pois não foi considerado, na elaboração do padrão, que as condições físicas interferem na propagação do sinal, ao ocupar o canal de transmissão por mais tempo que o determinado, gerando penalidades para as demais estações conectadas a rede, tendo essas que esperar o liberamento do canal para realizar sua transmissão. Portanto, se um dispositivo estiver transmitindo informações pela rede ao mesmo tempo em que está em condições desfavoráveis de propagação do sinal, os outros dispositivos terão que esperar um longo tempo para transmitirem seus próprios dados.

Por isso, uma condição de subutilização dos recursos se instala,

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

correspondendo ao momento em que a anomalia da MAC afeta a rede (MARQUES et al., 2013).

Dessa maneira, o aumento do uso de redes de comunicação, associado ao aumento do consumo de energia elétrica por parte dos equipamentos de comunicação e seu tempo de funcionamento que cresce proporcionalmente ao longo dos anos, favorecem a criação de anomalias nas redes Wi-Fi, especificamente as redes do padrão IEEE 802.11 foco desse trabalho. Essa anomalia é formada pela subutilização dos recursos da rede, gerando alterações no desempenho da mesma e assim diminuindo a eficiência previamente estabelecida pelo padrão IEEE 802.11 (HEUSSE; ROUSSEAU, 2003).

O modelo OSI (*Open System Interconnection*) foi desenvolvido pela *International Standard for Organization* - ISO®, com o intuito de padronizar o desenvolvimento, atualização e a regulamentação de protocolos e regras de diferentes instâncias que configuravam as camadas de acesso, foi criado em 1984. Esse modelo se divide em sete camadas de enlace (Física, Enlace de dados, Rede, Transporte, Sessão, Apresentação e Aplicação), e serve como padrão para o desenvolvimento de normativas e boa parte das tecnologias utilizadas no dia a dia. A subcamada MAC ou *Media Access Control* (Controle de Acesso ao Meio) é uma subcamada da camada de enlace, camada número 2 segundo o modelo OSI. A subcamada MAC é responsável por estabelecer um canal de comunicação entre um dispositivo e a rede com o qual está conectado (MARQUES et al., 2014).

Uma rede Wi-Fi comporta diversos dispositivos conectados simultaneamente. Esses dispositivos devem compartilhar os dados que trafegam pela mesma, de forma a se obter o melhor aproveitamento possível da taxa de transmissão da rede. Porém, se um desses dispositivos se comportar como ofensor dentro da rede, o mesmo causa um efeito denominado de Anomalia da MAC, que leva a taxa de transmissão da rede a valores próximos à zero, valores esses que tornam a rede ineficiente ou até mesmo incapaz de manter a comunicação entre os dispositivos. Considerando também, que uma rede Wi-Fi funcionando de forma deficiente tende a levar mais tempo para transmitir dados e informações, esse fato pode demandar um maior consumo de energia da rede elétrica. Inclusive a interrupção da conexão ocasionada por um ofensor, exige nova conexão para efetuar um retrabalho, implicando em consumo de energia excessivo (BRANQUINHO; REGGIANI; FERREIRA, 2006).

Nesse contexto, define-se como ofensor todo e qualquer dispositivo que, quando conectado à rede, faça com que o funcionamento da mesma desencadeie o fenômeno da Anomalia da MAC (FONTOLAN; MOTA; MOTA, 2010).

3. Método

A emulação da anomalia da MAC é fundamental para a observação do comportamento das redes sem fio e a identificação de possíveis efeitos decorrentes dessa atividade, bem como a identificação de dispositivos ofensores na rede Wi-Fi.

Para a realização do experimento, foi instalada uma rede de comunicação sem fio para testes, composta por um Desktop fixo, aqui denominado como *Acess Point* (AP), e duas estações móveis (Notebooks) seguindo a topologia da Figura 1.

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.**Figura 1** – Topologia da rede de testes.

Fonte: Autores, 2016

Definiram-se os equipamentos utilizados nos testes da seguinte forma:

- AP – *Access Point*: PC Desktop constituído por uma placa-mãe de um computador Pentium 4 com processador de 1.5 GHz e 2 GB de memória RAM, inicializado a partir do sistema operacional Linux Ubuntu, sendo acoplada uma placa de rede sem fio do fabricante Mikrotik Router Board RB14, para conexão com demais estações da rede a ser analisada.
- Estação 1 – Notebook 1 - Notebook da marca HP Compaq 6910p 2G Ram 1.5GHz Clock, cujo ano de fabricação é 2008, inicializado a partir do sistema operacional Linux Debian – MAC ADDRESS – 00215c06214f.
- Estação 2 – Notebook 2 - Notebook da marca Acer Aspire V5.471-6 BR669 CORE I3 6G Ram 1.7GHz Clock, ano de fabricação 2013, inicializando a partir do sistema Linux Ubuntu 12.04 acessado a partir de um dispositivo de armazenamento em massa USB (Universal Serial Bus) com capacidade de 16 GB, que foi configurado previamente para ser a origem do carregamento do sistema operacional – MAC ADDRESS – e0ca94317505.

Para estabelecer uma situação de fluxo de dados na rede, utiliza-se de um *software* de geração de tráfego denominado IPerf. Esse *software* é instalado na condição de cliente nas estações móveis e como servidor na estação fixa (AP).

Através da linguagem Bash Scripts, foram desenvolvidos scripts para a coleta de dados necessários a este trabalho. A Bash é uma shell do UNIX, ou interpretador de linguagem de comando. É por meio desta linguagem de linha de comando que interagimos com o sistema operacional. Durante as transmissões, os dados de taxa de transferência essenciais para comparações foram armazenados em scripts, enviados a uma planilha Excel e posteriormente transformados em gráficos que permite a análise dos resultados.

Com essa configuração estabelecida, foi simulado um tráfego intenso de comunicação de dados entre as estações móveis e o AP, com o auxílio do *software* IPerf.

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

Para a criação de diferentes configurações na geração da anomalia, foi realizado movimentação das estações para distintos lugares, inclusive atrás de obstáculos físicos. Essas movimentações geraram uma qualidade do enlace na camada física desfavorável, surgindo maior número de erros na transmissão de dados e assim favorecendo o aparecimento da anomalia da MAC.

O AP usado neste possui um *software* desenvolvido no âmbito do Grupo de Eficiência Energética da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, criado na Plataforma Linux Debian, o qual coleta e registra todos os dados de tráfego ocorrido durante os testes realizados na rede.

As demais estações trabalham com a plataforma Linux com o software IPerf anteriormente citado instalado, por esse ser o responsável pela simulação do tráfego durante a troca de informação entre as estações e o AP.

Os procedimentos realizados para a verificação da anomalia da MAC consistiram primeiro na conexão dos equipamentos a rede de transmissão de dados. Posteriormente, o primeiro teste foi realizado ligando o AP e mantendo as demais estações desconectadas, para a avaliação do comportamento da transferência de dados.

O segundo teste realizado consistiu na conexão de tráfego entre a AP e a estação 1, assim como sua aproximação. Em esse experimento, é esperado analisar o comportamento da transmissão da dados sem a interferência da estação 2.

No terceiro teste realizado foram conectadas as 3 máquinas, AP, estação 1 e 2, visando identificar o comportamento da transferência de dados com tráfego constante compartilhado.

O quarto experimento, consistiu na conexão das 3 máquinas novamente, mas com o afastamento da segunda estação do AP.

O quinto teste realizado, consistiu na inversão da posição dos equipamentos, assim a segunda estação foi posicionada próxima ao AP e a primeira afastada.

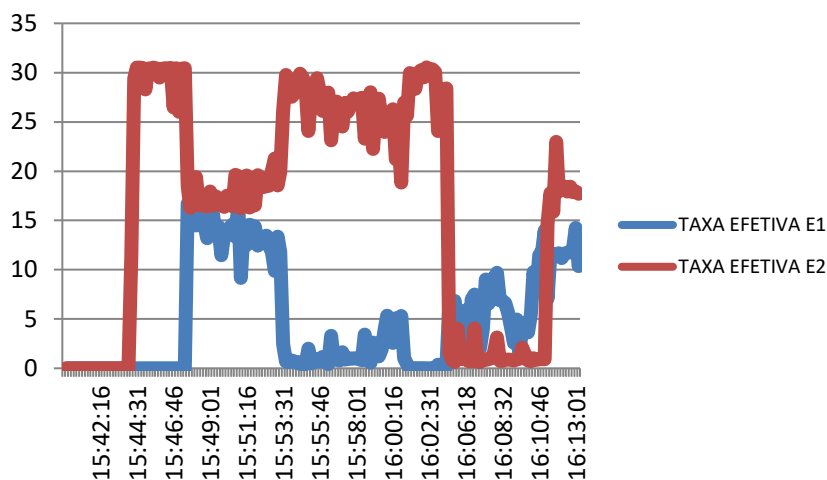
Por fim, o sexto e último experimento realizado, consistiu no posicionamento das duas estações próximas ao AP.

4. Resultados e Discussão

Com o ambiente de rede configurado segundo as instruções apresentadas, as estações conectadas a rede assim como os *softwares* devidamente instalados, foram obtidos os resultados para os testes realizados, tendo assim o resultado geral do experimento (Figura 2).

Figura 2 – Resultado geral da rede de testes.

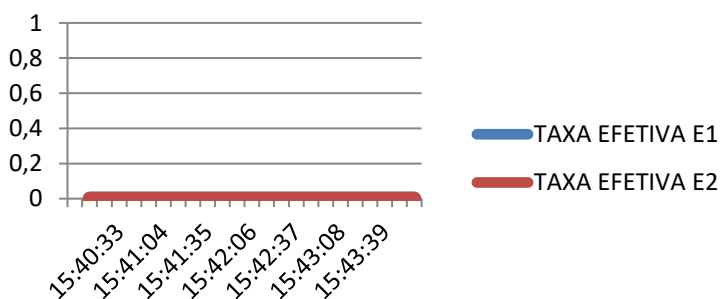
Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.



Fonte: Autores, 2016.

Para a primeira coleta de dados, Figura 3, observa-se que as duas estações móveis desconectadas, sem nenhum tráfego efetivo entre as mesmas e o *Acess Point*. Resultado esse já esperado apenas obtido para início dos testes.

Figura 3 – Resultado do primeiro teste realizado.

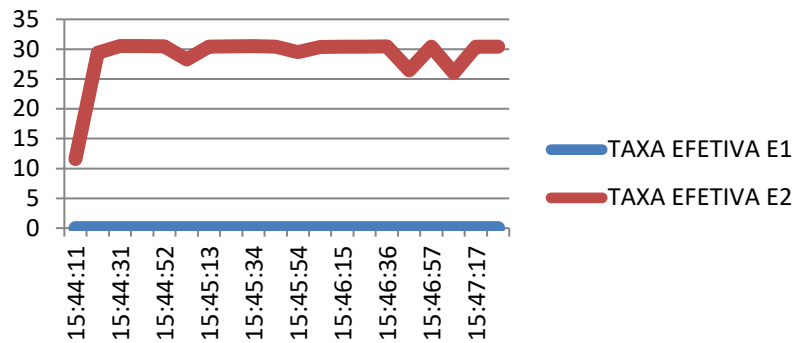


Fonte: Autores, 2016.

No resultado do segundo teste é possível observar na Figura 4, que a Estação 1 que está próxima ao *Acess Point* está conectada com tráfego máximo suportado pela rede. Nesse momento, observa-se que a estação começa a entregar uma taxa efetiva próxima aos 30MBits/s.

Figura 4 – Resultado do segundo teste realizado.

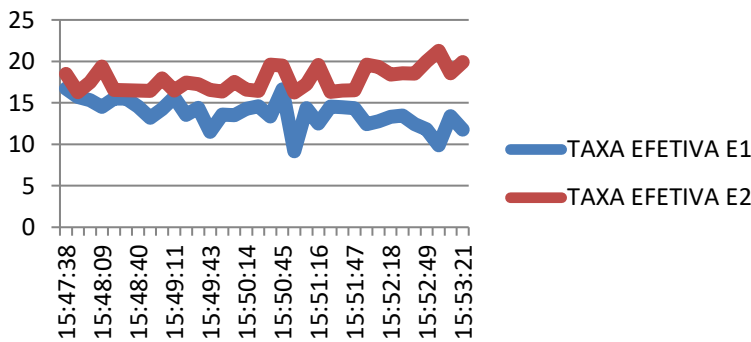
Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.



Fonte: Autores, 2016.

No resultado do terceiro teste realizado, Figura 5, tem-se que ao conectar a Estação 2 à rede, estando a mesma localizada próxima ao Access Point. Usa-se o mesmo procedimento de simulação de tráfego através do software IPerf. Nesse momento, tem-se as duas Estações Móveis conectadas simultaneamente a rede. Obtêm-se o resultado esperado da divisão igualitária do fluxo de dados entre as duas estações, em torno de 15Mbits/s para cada uma.

Figura 5 – Resultado do terceiro teste realizado.

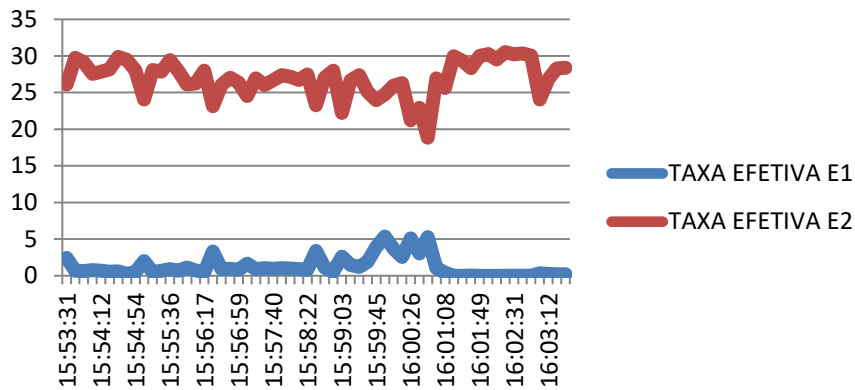


Fonte: Autores, 2016.

No resultado do quarto teste realizado, Figura 6, tem-se a influência do afastamento da Estação 2 para uma distância superior a 10 metros do ponto inicial onde se localiza o Access Point. Devido a distância, a tendência da estação móvel é perder a conexão com a rede, porém mantém-se uma posição de forma que a conexão permaneça estabelecida. Nesse momento, a Estação 2 reduz o tráfego para valores mínimos próximos 0,1 Mbits/s de forma a não perder a conexão, deixando a rede disponível novamente de forma integral para a Estação 1 que volta a trafegar em 30 Mbits/s.

Figura 6 – Resultado do quarto teste realizado.

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

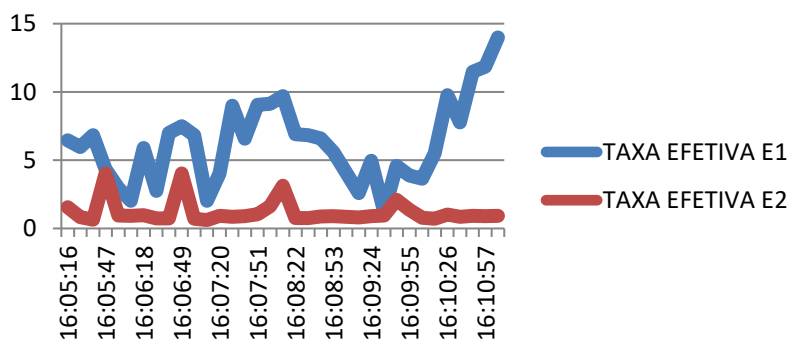


Fonte: Autores, 2016.

Nos resultados do quinto teste realizado, Figura 7, tem-se a influência do afastamento da Estação 1. Posiciona-se então a Estação 2 muito próxima ao Acess Point e afasta-se a Estação 1 a aproximadamente 10 metros do Acess Point. O tráfego da Estação 1 se reduz a valores bem próximos a zero, porém, ao contrário do evento anterior, a Estação 2 também tem seus valores de tráfego reduzidos a valores próximos de zero. A esse fenômeno, dá-se o nome de Anomalia MAC. Através desse efeito, onde se instala essa anomalia na rede, pode-se determinar a presença de um dispositivo ofensor conectado à rede (nesse caso, a Estação 1).

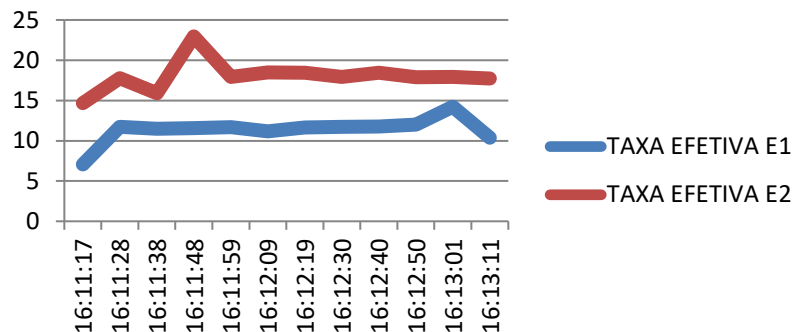
Nessa situação, quando o dispositivo ofensor está afastado do Acess Point e seu tráfego de dados tende a zero, ao contrário do mesmo liberar o tráfego para outros dispositivos conectados, ele faz com que todos os outros dispositivos trafeguem dentro da sua capacidade efetiva nesse momento, deixando a rede ineficiente.

Figura 7 – Resultado do quarto teste realizado.



Fonte: Autores, 2016.

Nos resultados do sexto teste realizado, Figura 8, observa-se que ao posicionar novamente duas estações próximas ao Acess Point, as mesmas voltam a trafegar em condições normais como citado no passo 3, dividindo a capacidade máxima da rede.

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.**Figura 8 – Resultado do quarto teste realizado.**

Fonte: Autores, 2016.

5. Considerações finais

Com a realização desse trabalho, foi possível identificar a presença de um dispositivo ofensor na rede Wi-Fi. Com essa topologia de testes, é possível conectar diversos dispositivos à mesma rede e efetuar os mesmos procedimentos individualmente e identificar outros ofensores que possam estar conectados. Isso se torna possível com a ocorrência da Anomalia da MAC em redes *Wi-Fi*. A taxa de transmissão de dados de toda a rede se reduz a valores muito baixos quando se encontra um ofensor conectado à rede, o que prejudica todas as outras estações que estejam operando através dessa mesma rede.

Conseqüentemente, com a taxa de transmissão reduzida, o consumo de energia elétrica aumenta, devido ao aumento do tempo de transmissão, que faz com que o equipamento permaneça mais tempo conectado à rede elétrica. Através dessa identificação, torna-se possível utilizar os dados coletados e armazenados para mitigar a anomalia por meio da eliminação do ofensor gerando maior eficiência na transmissão de dados para redes do padrão IEEE 802.11, assim como maior eficiência energética na operação por diminuir tempos desnecessários de funcionamento.

6. Referências

BRANQUINHO, O. C.; REGGIANI, N.; FERREIRA, D. M. Mitigating 802.11 Mac Anomaly Using SNR to Control Backoff Contention Window. In: IEEE Computer Society, v. 4, p. 55- 61, 2006.

FONTOLAN, L.F., MOTA, A.A., MOTA, L.T.M. QoS Policy for IEEE 802.11 Networks with Service Rate Selection based on Justice Index. Artigo submetido para o periódico IEEE Communications Letters, 2010.

GARTNER, *Gartner Says 821 Million Smart Devices Will Be Purchased Worldwide in 2012; Sales to Rise to 1.2 Billion in 2013*, Barcelona, 2012. Acessado em: 13-10-2013. Disponível em: www.gartner.com/newsroom/id/2227215, 2013.

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

HEUSSE, MARTIN and ROUSSEAU, G. *Performance anomaly of 802.11 b. M INFOCOM*. Twenty-Second Annual Joint Conference of the IEEE, 2003

MARQUES, C. P. C.; PERIS, A. J. F.; MOTA, A. A.; MOTA, L. T. M. *Bancada de Testes para Controle de Vazão em Redes Wi-Fi (#107425)*. In: VII Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza – WPGCPS 2012, São Paulo (SP). Anais, 2013.

MARQUES, C. P. C.; BEVILÁCQUA, A.; MOTA, A. A.; MOTA, L. T. M.. *Especificação de Bancada de Testes em Redes Wi-Fi IEEE 802.11 para Detecção de Anomalia na Camada MAC*, IX Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza, 2014

MORTENSEN, R. E. and HAGGERTY, K. P. *Dynamics of Heating and Cooling Loads: Models, Simulations and Actual Utility Data. IEEE Transactions on Power Systems*. Vol. 5, No. 1, pp.243-249, 1990.

STANDARDS IEEE - Acesso em 15-05-2016. Disponível em <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11-2012.pdf>, 2012.

TANENBAUM, A. S. *Redes de computadores*. Rio de Janeiro: Campus, c2003. 786p, il.

ZIMMERMANN, M.; DOSTERT, K. *A Multipath Model for the Power Line Channel*. IEEE Transactions on Communications, v. 50, n. 4, p. 553-559, 2002.

FERREIRA, A.L.A.S., BRUM, O.F., PANERAI, R.B. Cross correlation of Doppler and Electrical Impedance Signals, *Proceedings of the Sixty Annual Conference IEEE Engineering in Medicine and Biology Society [Frontiers of Engineering and Computing in Health Care]*, Los Angeles, p. 772-777, 15-17 Sept. 1984.

OLIVEIRA, C.L.C., VIEIRA, C.R.S., GIANELLA-NETO, A. Transdutor de Pressão

Diferencial Capacitivo para Medição de Fluxo Ventilatório. *RBE – Cad. Eng. Biomed.*, v. 1, n. 1, p. 5-29. 1986.

OPPENHEIM, A.V., SCHAFER, R. W. *Digital Signal Processing*, London: Prentice-Hall International. 1975.