

# Avaliação da Qualidade de uma Comunicação VoIP em uma Rede Ethernet LAN e WLAN

Felipe Mariano da Silva e Demóstenes Zegarra Rodríguez

**Resumo**—Este trabalho tem como objetivo comparar a qualidade de uma comunicação VoIP em uma rede com fio (*Ethernet LAN*) e em uma rede sem fio (*WLAN*), e avaliar o grau de degradação que um sinal interferente (*Bluetooth*) pode causar em uma comunicação VoIP. Esta comparação será efetuada individualmente para os codificadores de voz G.711, G723.1 e iLBC, tendo como parâmetros de medida o índice MOS, determinado pela Recomendação ITU-T P.862, com a utilização dos parâmetros de rede: perda de pacotes e atrasos. Os testes efetuados neste trabalho foram realizados em um cenário de emulação.

**Palavras-Chave**—VoIP, Codec, P.862, MOS, Bluetooth.

**Abstract**—This work aims to compare the quality of a communication VoIP into a wired network (*Ethernet LAN*) and a wireless network (*WLAN*), and it measures the degree of degradation that a signal interference (*Bluetooth*) can cause in a communication VoIP. This comparison will be made individually for the voice codecs G.711, iLBC and G723.1, with the parameters of measure the index MOS, given by Recommendation ITU-T P.862, using the parameters of network : packets loss and delays. The tests performed in this work were carried out in a scenario of emulation.

**Keywords**—VoIP, Codec, P.862, MOS, Bluetooth.

## I. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as comunicações sem fios (*WLAN*) vêm tendo uma maior importância que as redes com fio (*Ethernet LAN*) devido ao crescimento dos dispositivos sem fio e por sua facilidade de implantação e configuração.

Quando um sinal é transmitido no ar ocorre uma degradação por diferentes fatores externos como: interferência de outros sinais, condições climáticas, obstáculos (paredes) existentes entre o transmissor e o receptor, mobilidade dos usuários finais entre outros. Portanto, estudar como estes parâmetros se relacionam é muito relevante.

Neste trabalho é apresentada a emulação de um cenário *Ethernet LAN* e *WLAN* com a presença de ligações de chamada de voz sobre uma rede IP (*VoIP*), sendo que todas as ferramentas utilizadas são *open source*, resultando em um cenário de fácil reprodução para futuras pesquisas.

Os primeiros testes foram realizados em um cenário de rede *Ethernet LAN* e foram empregados os codificadores de voz: G.711 [1], G.723.1 [2] e iLBC [3]. Estes codificadores estão presentes em trabalhos de pesquisa atuais.

Para a determinação do valor do índice MOS (*Mean Opinion Score*) é utilizada a Recomendação ITU-T P.862 [4] geralmente conhecida como PESQ (*Perceptual Evaluation of*

*Speech Quality*), em termos gerais esta recomendação descreve um método objetivo de avaliação da qualidade subjetiva de codificadores. Na recomendação ITU-T P.800 [5] se apresenta a escala da pontuação MOS que vai desde 1, para comunicações inteligíveis, até 5 para comunicações de ótima qualidade.

Verificou-se a não existência de sinais que pudessem interferir ou causar alguma degradação na comunicação. Em seguida, foi introduzido um sinal *Bluetooth* para avaliar como este sinal interferente degradaria a qualidade do sinal de voz transmitida.

Os parâmetros que foram avaliados, além do índice MOS, foram: probabilidade de perda de pacotes (PLR), atrasos utilizando um analisador de rede e a análise de interferência de sinais utilizando o analisador de espectro.

## II. CENÁRIO DE EMULAÇÃO

Para a realização dos testes será implementado um cenário emulado de comunicação VoIP sobre uma rede *WLAN* (*Wireless Local Area Network*). A seguir são descritas as ferramentas que serão empregadas neste trabalho.

- Servidor para áudio interativo: utilizou-se o *softphone freeware Myphone* [6].
- Analisador de Rede: utilizou-se o *software freeware Wireshark 0.99.7 System* [7].
- Software de gravação de som: foi utilizada a versão *freeware* do *software VRS Recording System* [8].

A Figura 1 apresenta o cenário emulado de uma rede cabeada e a Figura 2 apresenta a rede *WLAN*.

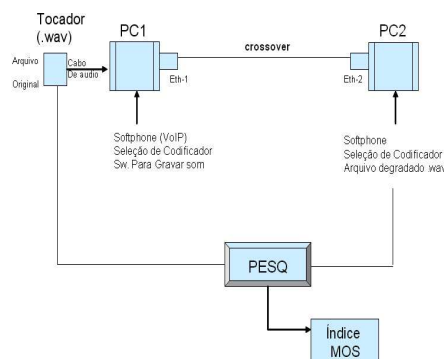


Fig. 1. Cenário de testes com rede *Ethernet LAN*.

Antes da realização dos testes do cenário da Figura 2 verificou-se no analisador de espectro *EXA Signal Analyzer* [9] a não existência de sinais que pudessem degradar o sinal transmitido, como é observado na Figura 3.

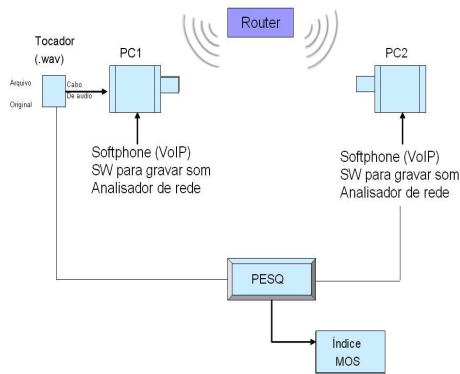


Fig. 2. Cenário de testes com rede WLAN.

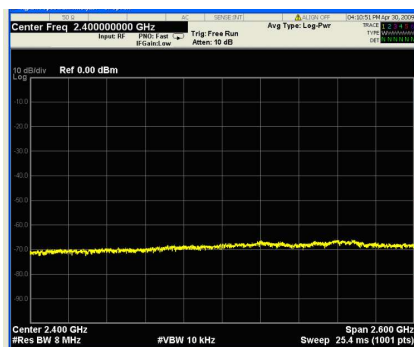


Fig. 3. Espectro com frequência central de 2.4 GHz.

#### A. Metodologia de Teste

- Se inicia uma comunicação entre os computadores PC1 e PC2, os *softphones* fazem a seleção do codificador de voz.
- O reproduzidor de áudio transmite o arquivo (arq-orig.wav) ao computador PC1, onde o som é gravado (arq-orig2.wav), como a chamada já está ativa, a voz é codificada e transmitida para o computador PC2.
- Enquanto os dados são transmitidos o programa Wireshark, no PC1 e no PC2, salva toda a informação da rede.
- No PC2, o áudio recebido é gravado em um arquivo (arq-deg.wav). Este último arquivo e o arquivo arq-orig2.wav são comparados mediante o programa PESQ, que é executado no PC2, tendo como resultado uma pontuação MOS.

### III. RESULTADOS

A Tabela I apresenta os valores obtidos para ambos cenários de rede que foram testados, considerando os diferentes codificadores de voz avaliados. Os testes do cenário de rede WLAN foram realizados a uma distância de 8 metros entre o emissor e receptor sem nenhum obstáculo e sinal interferente.

#### A. Interferência com sinal Bluetooth

Realizaram-se testes no cenário de rede WLAN adicionando um sinal *Bluetooth* com o propósito de medir o grau de degradação do sinal de voz transmitida. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela II.

TABELA I  
VALORES MOS E PLR (%) PARA CENÁRIOS DE REDE *Ethernet* LAN E WLAN

Codificador	Rede <i>Ethernet</i> LAN		Rede WLAN	
	MOS	PLR	MOS	PLR
G.711 (64 kbit/s)	4,09	0	4,022	5
G.723.1 (5,3 kbit/s)	3,524	0	3,426	7
iLBC (15,2 kbit/s)	3,793	0	3,774	4

TABELA II  
VALORES MOS E PLR (%) PARA CENÁRIOS COM E SEM INTERFERÊNCIA

Codificador	Rede WLAN sem sinal interferente		Rede WLAN com sinal Bluetooth	
	MOS	PLR	MOS	PLR
G.711 (64 kbit/s)	4,022	5	3,902	11
G.723.1 (5,3 kbit/s)	3,426	7	3,236	13
iLBC (15,2 kbit/s)	3,774	4	3,618	10

### IV. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos pode-se observar que uma comunicação WLAN tem uma qualidade menor que uma comunicação *Ethernet* LAN, isto ocorre devidoa aos diferentes tipos de degradações no canal rádio-frequência (RF), tais como: *fading* e *shadowing*.

Em trabalhos futuros serão avaliados os diferentes modelos de *fading*, utilizando um emulador de canal RF para determinar como cada um destes modelos afeta a qualidade de uma comunicação de voz em uma rede WLAN.

Também pode-se concluir que a degradação da qualidade em um ambiente WLAN depende também do tipo de codificador utilizado, pois como foi observado o codificador iLBC teve uma melhor resposta em relação aos outros dois codificadores de voz avaliados (G.711 e G723.1).

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Nokia de Tecnologia pela motivação à pesquisa e por disponibilizar os equipamentos necessários para a implementação dos cenários de teste.

### REFERÊNCIAS

- [1] ITU-T Rec. G.711, *General Aspects of Digital Transmission Systems Terminal Equipments - Pulse Code Modulation (PCM) of Voice Frequencies*. 1972. <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.711/en>.
- [2] ITU-T Rec. G.723.1, *General Aspects of Digital Transmission Systems - Dual Rate Speech Coder for Multimedia Communications Transmitting at 5.3 and 6.3 kbit/s*. May. 2006. <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.723.1/en>.
- [3] iLBC - IETF RFC 3951, *Internet Low Bit Codec Rate*. Dec. 2004. Disponível em <http://www.ietf.org/rfc/rfc3951.txt>.
- [4] ITU-T Rec. P.862, *Perceptual evaluation of speech quality (PESQ): An objective method for end-to-end speech quality assessment of narrowband telephone networks and speech codecs*. <http://www.itu.int/rec/TREC-P.862/en>.
- [5] ITU-T Rec. P.800, *Methods for subjective determination of transmission quality*. Aug. 1996. Disponível em: [www.itu.int/rec/T-REC-P.800/en](http://www.itu.int/rec/T-REC-P.800/en).
- [6] *Softphone Myphone*, <http://myphone.sourceforge.net/>.
- [7] *Wireshark*, <http://www.wireshark.org/download.html>.
- [8] *VRS Recording System*, Disponível em: [www.nch.com.au/vrs/index.html](http://www.nch.com.au/vrs/index.html).
- [9] *EXA Signal Analyzer N9010A*, Agilent Technologies, [www.agilent.com/find/exa-manuals](http://www.agilent.com/find/exa-manuals).