



ConBRepro

XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

I CIGELUBRA

Congresso Internacional de Gestão e Engenharia Luso-Brasileiro

04 a 06 de dezembro de 2024

Energias Limpas nas Engenharias

AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE LIGAÇÃO VOIP EM 5 ETAPAS:

Sistematizando um Método Subjetivo de Mensuração de Qualidade de Chamadas Telefônicas

EVANILDO DOS SANTOS LEITE

IFF-Instituto Federal Fluminense

FERNANDA RODRIGUES GOMES LOPES

IFF-Instituto Federal Fluminense

OZÉAS DOS SANTOS LEITE

IFF-Instituto Federal Fluminense

PATRICK PEIXOTO TERRA

IFF-Instituto Federal Fluminense

THIAGO MIRANDA PARAVIDINO DA SILVA

IFF-Instituto Federal Fluminense

Resumo: Esta pesquisa apresenta um estudo de caso de um sistema automático para aplicação de uma metodologia que possibilite avaliações subjetivas de qualidade de chamadas telefônicas em ambiente de telefonia IP. Com o objetivo de se obter dados técnicos para análise de qualidade do sistema telefônico IP em questão, com base em recomendações da ITU-T, fazendo uso de técnicas e ferramentas simples de código aberto disponibilizadas gratuitamente. O estudo da Telefonia IP possibilita identificar como o sistema foi concebido historicamente e como vem comportando-se frente as tecnologias atuais. O processo de embasamento científico foi estruturado em estudos em livros, documentos acadêmicos de congressos, revistas científicas e etc, com objetivo de atingir o grau de conhecimento mínimo e mais atual possível sobre o assunto. O processo de desenvolvimento do sistema automático de avaliações subjetivas de qualidade de chamadas utiliza técnicas de programação na linguagem do Asterisk e também programação em linha de comando Linux. Os testes realizados mostraram que a metodologia proposta neste trabalho é apropriada para testar a qualidade de sistemas de telefonia IP, uma vez que foi possível extrair as percepções de qualidade do sistema dos seus próprios usuários, utilizando o próprio sistema em análise para isso.

Palavras-chave: Telefonia IP, Teste de qualidade de voz, Asterisk.

5 STEPS VOIP CALL QUALITY EVALUATION: Systematizing a Subjective Method for Measuring Telephone Call Quality

Abstract: "This work presents a case study of an automatic system for applying a methodology that enables subjective evaluations of telephone call quality in an IP telephony environment. The goal is to obtain technical data for analyzing the quality of the IP telephony system in question, based on ITU-T recommendations, using simple open-source techniques and tools available free of charge. The study of IP Telephony enables understanding how the system was historically conceived and how it has been performing in relation to current technologies. The scientific grounding process was structured through book studies, academic documents from conferences, scientific journals, and others, aiming to achieve the minimum and most up-to-date knowledge possible on the subject. The development process of the automatic system for subjective call quality evaluations employs programming techniques in Asterisk language and Linux command-line programming. The tests conducted showed that the proposed methodology is suitable for testing IP telephony system quality, as it was possible to extract quality perceptions from the system's own users, utilizing the system under analysis itself.

Keywords: VOIP, Voice quality test, Asterisk.

1. Introdução

O enlace de telefonia foi um grande marco para as telecomunicações e com os avanços tecnológicos ocorridos ao longo dos tempos, a telefonia fixa evoluiu de um sistema totalmente analógico para atual sistema digital com suporte aos diversos formatos de informação. Este fato é um dos pontos que viabilizou a rede de pacotes (internet), o aproveitamento da infraestrutura dos sistemas telefônicos, dando origem ao chamado ToIP (telefonia sobre redes IP). A grande vantagem de utilização de sistemas de telefonia em redes de computadores é a considerável redução de custo com as chamadas telefônicas que a ToIP proporciona.

Assim neste sistema a voz humana é convertida de forma que possa trafegar pela rede de dados. No entanto esses dados originados em conversas telefônicas estão sujeitas a todos os problemas que uma rede IP pode ter, como atrasos, perda de pacotes, etc, ocasionando perda de qualidade nas conversações telefônicas pela percepção do usuário. Uma maneira se obter a percepção do usuário quanto a qualidade das chamadas são chamados métodos Subjetivos de Avaliação da Qualidade de Voz, que é medido em MOS (Pontuação de Opinião Média - do inglês *Mean Opinion Score*) onde o usuário atribui notas ao áudio proveniente de uma chamada telefônica, classificando o sistema telefônico em uso em uma escala predefinida.

O objetivo deste trabalho é propor uma metodologia para teste de qualidade de serviço de chamadas telefônicas sendo utilizado o próprio sistema para realização da coleta das notas dadas pelo usuário durante a avaliação de qualidade.

A metodologia aplicada a este trabalho consiste em realizar um levantamento teórico sobre a telefonia IP no que diz respeito principalmente a qualidade de voz e a elaboração de um estudo de caso onde foi criada uma metodologia para avaliação da qualidade de voz.

Este trabalho se estrutura uma introdução sobre o contexto apresentado, um referencial teórico com temas relevantes ao assunto do trabalho, a metodologia aplicada, os resultados obtidos e a conclusão.

2- Referencial teórico

A Telefonia IP, tornou-se possível devido ao surgimento da tecnologia VoIP. Segundo Sousa (2009) “Voz sobre IP, ou VoIP, pode ser definido como um conjunto de tecnologias e componentes que, disponibilizam ao utilizador a possibilidade de estabelecer chamadas de voz através de uma rede de comutação de pacotes IP”. O serviço de telefonia convencional, o Plain Old Telephone Service – POTS, está dando lugar a moderna integração de serviços e a convergência entre duas tecnologias fundamentalmente diferentes: voz e dados (JESZENSKY, 2004).

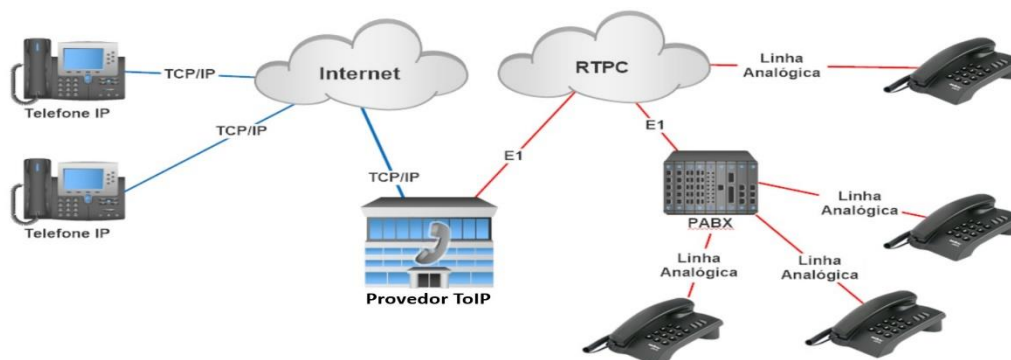
Telefonia IP ou também conhecido pela sigla ToIP (Telefonia sobre IP), é o serviço de telefonia que opera em uma rede IP, fazendo uso de procedimentos e protocolos do VoIP. No ToIP, são fornecidos todos os serviços disponíveis da telefonia convencional (RTPC), como por exemplo chamada em espera, voicemail, re-chamada, segunda linha, etc, incrementado com a vasta diversidade de recursos da tecnologia IP (BORDIM, 2010).

A redução de custos, é o principal fator que impulsiona a utilização desta tecnologia, pois o uso do ToIP não possibilita apenas a redução de custo com ligações, onde se detém a maior redução de gastos, mas, também permite uma grande diminuição no investimento com infraestrutura, principalmente na manutenção da mesma, pois com o uso desta tecnologia, elimina-se a necessidade de distinguir equipes de infraestrutura de telefonia e equipes de redes de computadores (RIBEIRO, 2019).

Além dos fatores financeiros que envolve a ascensão do ToIP, há a facilidade de agregar diversos novos recursos e serviços, já que é utilizado um computador para comutar as chamadas e a rede IP para transmissão das mesmas. Na prática, pode-se afirmar que todos os recursos utilizados na rede IP, podem ser aplicados ao ToIP.

Figura 1 ilustra de forma simplificada a estrutura da rede telefônica ToIP e sua conexão com a rede telefônica convencional.

Figura 1 – Estrutura Rede Telefônica ToIP



Fonte: Adaptado (LINHARES, 2010).

No contexto da telefonia IP surge o asterisk que Combinado com a Telefonia IP cria uma solução de comunicação eficiente que pode atender a uma ampla gama de necessidades empresariais.

O Asterisk em si é uma plataforma de desenvolvimento sendo disponibilizado em código fonte e sem interface e como consequência os utilizadores, que em grande parte são empresas, não desejam investir tempo para compilá-lo, solucionar problemas e desenvolver uma interface. A partir deste motivo, houveram várias empresas que desenvolveram “Distribuições Asterisk” uma imagem ISO que é pronta para instalar o Sistema Operacional, o Asterisk e uma interface para gerência. Existem várias distribuições Asterisk atualmente como o SIPfoundry, FreeSWITCH, PBXInAFlash, OpenSIPs, Kamailio,

FreePBX, 3CX, OpenPBX by Voicetronix, Issabel e etc. Neste trabalho será utilizado Issabel, pela mesma ser uma distribuição com interface amigável, de código aberto por existir uma grande familiaridade com esse sistema por parte dos autores.

Com o uso da telefonia IP alguns fatores passaram a ser observados e controlados no uso da telefonia quando comparados telefonia IP e Telefonia convencional, uma vez que a telefonia IP utiliza as redes de computadores como meio de acesso ao serviço.

. De acordo com Silva (2005) “os parâmetros mais importantes para controle do sistema de telefonia IP são os seguintes: vazão (taxa de transmissão), atraso (latência), variação do atraso e taxa de perda de pacotes”. Por isso a QoS ou qualidade de serviço se torna um fator importante para a qualidade da comunicação telefônica.

Pode-se definir a qualidade de serviço como sendo a capacidade da rede em fornecer o melhor serviço para determinado tipo de tráfego. Qualidade de serviço (QoS) está relacionada aos requisitos mínimos que uma aplicação precisa, para fornecer os serviços que atenda as expectativas do usuário, ou seja, cada aplicação tem um nível de exigência em relação ao funcionamento da rede. (ROSA, 2003).

Com a crescente utilização dos serviços baseados em VoIP, também aumenta a necessidade de se medir a qualidade da fala nesses sistemas. Uma forma a ser utilizada para tal medição é a Recomendação P.10/G.100 que define o MOS (Mean Opinion Score) como a média da pontuação das opiniões que são atribuídas aos desempenhos dos sistemas de telefonia usados tanto para testes de conversação quanto para escuta. Apesar de a *opinião* ser subjetiva, ou seja, a mesma o valor da mesma depende da indivíduo, o MOS também é utilizado para pontuações originadas de modelos objetivos. Para distinguir os tipos de avaliações são utilizados os seguintes identificadores junto à abreviação MOS (SILVA, 2005).

A avaliação subjetiva da qualidade de voz é descrita pela Recomendação P.800 da ITU-T e contém orientações para condução dos testes e métodos o grau de satisfação do desempenho de uma chamada telefônica. É conhecida como MOS – Mean Opinion Score (Pontuação de Opinião Média), porém na realidade essa é apenas uma das formas de pontuação citadas na Recomendação.

A avaliação subjetiva de equipamentos e sistemas de telecomunicações pode, em princípio, ser conduzida por meio de métodos subjetivos de escuta ou conversação. Por uma questão prática, apenas os testes de escuta podem ser o único método viável de testes subjetivos durante o desenvolvimento de novos equipamentos de transmissão ou serviços de telecomunicações. Esta recomendação descreve os procedimentos recomendados para métodos de avaliação subjetiva de conversação e audição (REC, 1996).

As pontuações para os testes de conversação pode ser a Categoria de Opinião de Conversação e Categoria de Dificuldade. Categoria de Opinião de Conversação é uma classificação de categoria obtida de cada assunto no final de cada conversa, onde cada participante pode julgar a conversa como Excelente, Boa, Razoável, Pobre e Ruim. Quem aplicará os testes, atribuirá valores numéricos a estes julgamento, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1-Valores das Opiniões dos Testes

Opinião	Valor
Excelente	5
Boa	4
Razoável	3

Pobre	2
Ruim	1

Fonte: (REC, 1996)

Todo o cálculo estatístico adicional é realizado baseado nesses números. A média aritmética de qualquer coleção dessas pontuações de opinião é denominada pontuação média de opinião de conversação e é representada pelo símbolo MOSc (REC, 1996).

A Categoria de qualidade de Escuta é a quantidade avaliada a partir das pontuações (pontuação média na opinião da qualidade da audição ou simplesmente pontuação na opinião média) é representada pelo símbolo MOS

A Qualidade de Serviço em um sistema telefônico é algo de muita importância para o bom funcionamento do mesmo. Na telefonia IP, que tem por característica a utilização da rede de dados como meio de transmissão, essa qualidade é altamente dependente desta rede. Desta forma, métodos de avaliação de qualidade que visem aprimorar o serviço de telefonia sob as redes IP se torna bastante relevante.

3- Metodologia

A metodologia proposta neste trabalho afim de realizar uma análise da qualidade de voz de forma subjetiva e automática em um sistema de telefonia IP consiste em 5 etapas, conforme observa-se na Tabela 2.

Tabela 2-As 5 etapas do teste

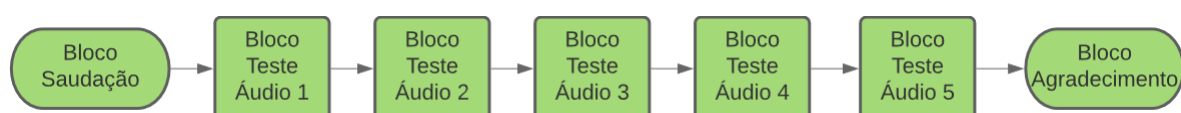
Etapa	Descrição
1	Mapa Conceitual da URA
2	Elaboração, Gravação e Tratamento dos Áudios
3	Criação de Script na Central IP
4	Aplicação dos Testes
5	Tratamento e Apresentação dos Resultados Obtidos

Fonte: Elaborada pelo Autor

ETAPA 1: MAPA CONCEITUAL DA URA

Com o intuito de organizar o raciocínio no desenvolvimento da URA, foi necessário a criação de um fluxograma contendo todas as etapas e processos que precisaram ser executados. O fluxograma utilizado para organização mental do trabalho, mostrando apenas o que se deseja que a URA faça, sem apresentar comando e nem scripts da Central Telefônica. Primeiramente, foi criado um diagrama geral, apresentando de forma simplificada, todo o processo que se planeja executar. Este diagrama está apresentado nas figuras 2,3, e 4.

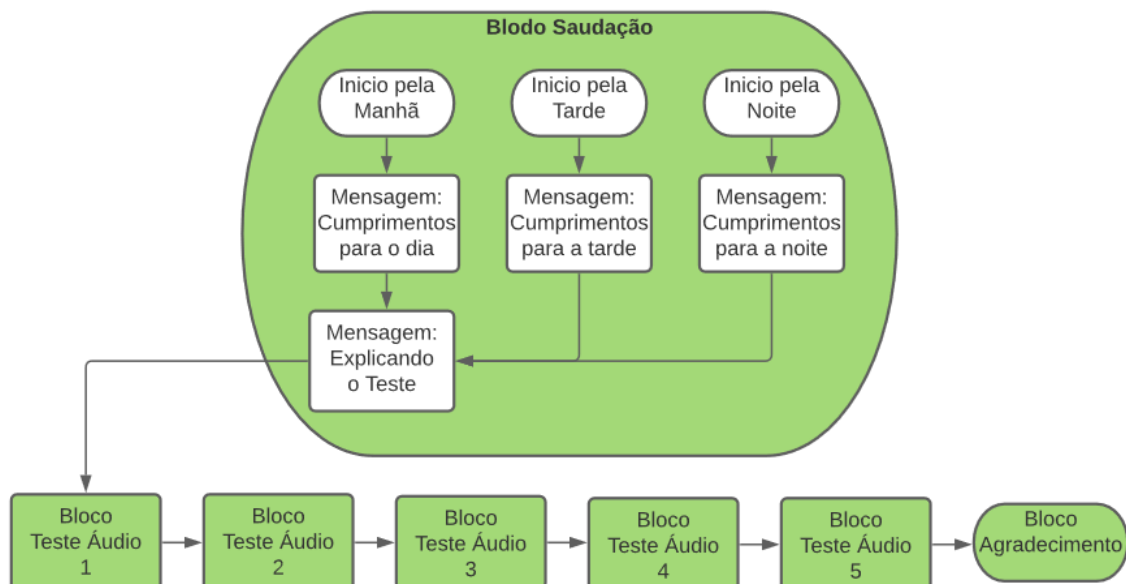
Figura 2 – Esquema da URA Simplificado



Fonte: Elaborada pelo autor

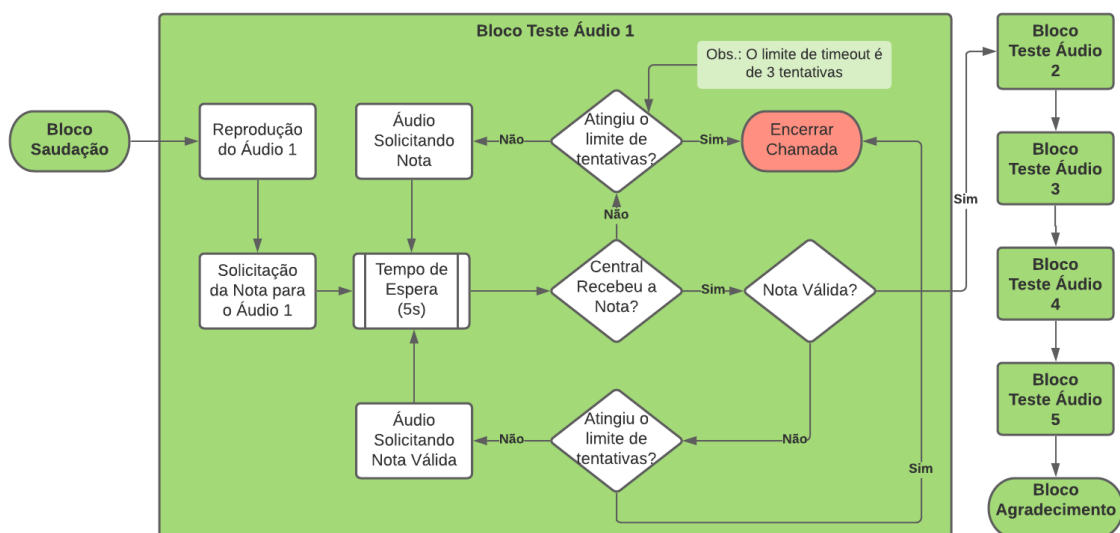
O Bloco de Saudação, compõe todos os procedimentos tomados para cumprimentar o usuário que atender a ligação e explicar o motivo pelo qual está ligação está sendo realizada. E os Blocos Teste de Áudio, compõem a aplicação dos testes propriamente ditos. As Figuras 4 e 5 apresentam de forma desmembrada os Blocos de Saudação e Áudio 1, respectivamente.

Figura 3 – Bloco Saudação



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 4- Bloco Teste Áudio 1



Fonte: Elaborada pelo autor

ETAPA 2: ELABORAÇÃO, GRAVAÇÃO E TRATAMENTO DOS ÁUDIOS

As mensagens a serem reproduzidas pela central, seguem a recomendação da ITU-P800, onde a diz que as mensagens para o teste subjetivo de qualidade de ligação, devem ser claras e com duração máxima de 5s. Seguindo o esquema criado e apresentado nas Figuras 3, 4 e 5, foram criados as seguintes mensagens para reprodução nesta URA:

- Frase de “boas vindas” para manhã

- Frase de “boas vindas” para tarde
- Frase de “boas vindas” para noite
- Informações sobre o teste
- Repetir ou não as orientações #1
- Demora para informar se entendeu
- Informação de início de teste
- Reprodução do primeiro áudio
- Nota para o primeiro áudio
- Reprodução do segundo áudio
- Nota para o segundo áudio
- Reprodução do terceiro áudio
- Nota para o terceiro áudio
- Reprodução do quarto áudio
- Nota para o quarto áudio
- Reprodução do quinto áudio
- Nota para o quinto áudio
- Nota inválida
- Usuário não digitou a nota em 5s.
- Agradecimento

Houve a necessidade de tratamento dos áudios, do tipo, inserção e remoção de silêncio, aumento de volume e etc. A gravação dos áudios e os tratamentos necessários, foram realizados através do *software* Audacity. Outro tratamento que também se fez necessária, foi a conversão dos arquivos em um formato compatível com o Asterisk. Para esta conversão, foi utilizado uma ferramenta online "Audio Converter for IVR Prompts", disponibilizada gratuitamente no site da Digium. Após o tratamento, todos os áudio devem ser inseridos no diretório `/var/lib/asterisk/sounds/en` dentro da central.

ETAPA 3: CRIAÇÃO DE SCRIPT NA CENTRAL IP

Além da configuração normal básica da central IP (criação de ramais por exemplo), foram necessário criar 4 scripts diferentes para que este teste tomasse a forma que fora planejada. Os dois primeiros scripts utilizam códigos do próprio Asterisk e o outro, utiliza códigos de programação shell-script do Linux para criar arquivos de ligação. Um dos primeiros scripts desenvolvido, foi o que contém as instruções que a Central IP (com o sistema Issabel) deve obedecer para executar corretamente a URA. Este script foi escrito dentro do arquivo `extension_custom.conf`, que se encontra no diretório `/etc/asterisk`, onde são escritos todos os comandos que central deve executar para administrar seus planos de discagem personalizados.

O segundo script foi criado para a elaboração de uma CDR (do inglês *Call Detail Record*) personalizado afim que conter apenas as informações uteis para a validação do experimento. Este CDR é exportado no formato CSV dentro do diretório `/var/log/asterisk/cdr-custom`, que será usado na Etapa 5: Tratamento dos Resultados, e este foi criado de forma a apresentar, respectivamente, as seguintes informações de cada ligação: origem, destino, data, horário de início, horário de fim, nota para o áudio 1, nota

para o áudio 2, nota para o áudio 3, nota para o áudio 4, nota para o áudio 5. Os códigos para a criação de um CDR personalizado devem ser escritos no arquivo *cdr_custom.conf*, que se encontra no diretório */etc/asterisk*.

Para o terceiro script foi necessário a combinação dessas linguagens para que o teste fosse executado de maneira independente, já que para que a central realize automaticamente chamadas é necessário que exista um arquivo de texto, com códigos de ligação dentro do diretório */var/spool/asterisk/outgoing/*. Foi elaborado então o *voip-test.sh*.

O último script, foi criado para configurar o a execução do script *voip-test.sh* de forma automática dentro do períodos pré-determinados. Este script nada mais é do que um comando criado no Crontab do CentOS 7, que é um programa do Unix que edita o arquivo onde são especificados os comandos a serem executados e a hora e dia de execução pelo cron, um serviço que executa comandos agendados nos sistemas operacionais do tipo Unix (como o Linux ou o MINIX, por exemplo). Para isso, foi inserido ao *Crontab* a seguinte linha:

```
*/60 10-22 * * * /var/spool/asterisk/voip-test.sh
```

Em resumo, este código inserido no Crontab faz com que o script *voip-test.sh* seja executado a cada 1h no período entre 10:00 às 22:00 em todos os dias da semana. Com essa configuração, foi possível obter 12 ligações diárias dentro do período de 27 dias, resultando assim no máximo de 324 amostras de ligações para análise da ferramenta.

ETAPA 4: EXECUÇÃO DOS TESTES

Nesta etapa, foi solicitado aos voluntários que instalassem o softphone Sipnetic em seus smartphones. A escolha desse softphone se deu devido ao fato dele ser o softphone totalmente gratuito que obteve o melhor desempenho nos smartfone que foram submetidos a este experimento. Após a instalação, foi-lhes enviados suas credenciais para que os mesmos pudessem registrar seus softphones na Central Issabel. Tabela 3 apresenta os dados os dados dos participantes do experimento.

Tabela 3-Lista de Voluntários do Experimento

Ramal	Usuário	Marca do Smartphone	Modelo do Smartphone
2001	Voluntário 1	Motorola	Moto G6
2005	Voluntário 2	Motorola	Moto G7
2008	Voluntário 3	Motorola	Moto G6 plus
2009	Voluntário 4	Samsung	A5
2011	Voluntário 5	Motorola	Moto G5
2012	Voluntário 6	Motorola	Moto G5
2013	Voluntário 7	Alcatel	5085n

Fonte: Elaborada pelo autor

Neste cenário, foi necessário acrescentar um esforço para resolver questões de roteamento de pacotes e segurança do servidor. Para resolver a questão do roteamento, foi realizado a técnica de Redirecionamento de Portas (do inglês *Port Forwarding*). A questão da segurança, se deu pelo fato de que assim que o servidor foi ativado para ligações de externas, houveram inúmeras tentativas de ataques provenientes de IP de faixas de outros países. Por isso, foi utilizado o *firewall* nativo do CentOS 7, que é sistema operacional da Central Issabel. A ferramenta em questão é chamada de FirewallD e nela foi

criada uma lista branca de endereços IP, contendo todos os CDIR (Classless Inter-Domain Routing) na qual poderiam se conectar ao servidor (IP2LOCATION, 2001).

ETAPA 5: TRATAMENTO DOS RESULTADOS

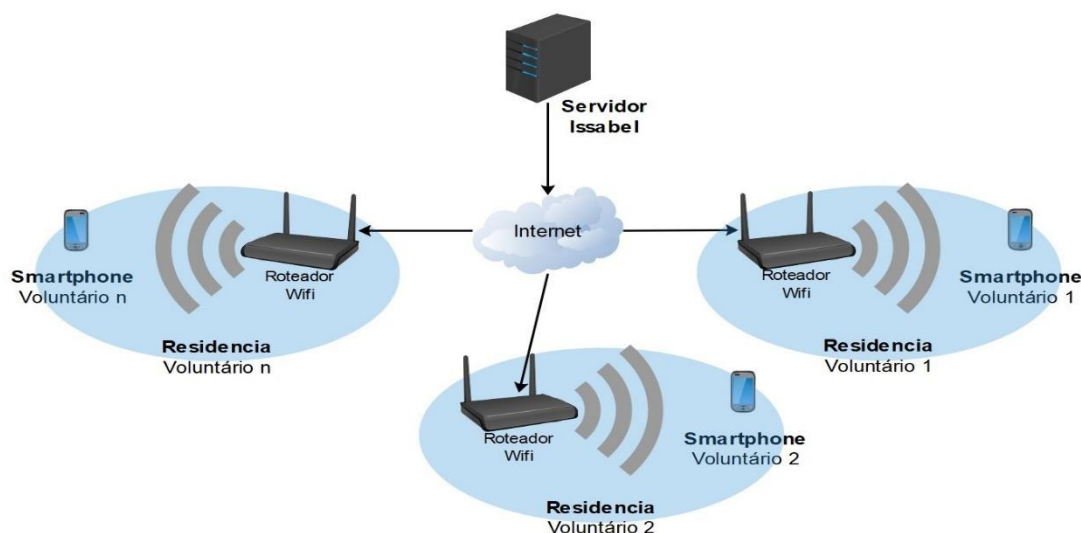
Os resultados obtidos nas etapas, passarão por tratamentos matemáticos, em planilhas eletrônicas e comparados com a escala MOS, para determinação da qualidade do sistema testado. No caso em questão, os dados foram coletados da planilha Master.csv extraída da Central.

4- Resultados e discussões

Para o desenvolvimento das 5 etapas e conseqüentemente a realização dos testes, Inicialmente foi criado o cenário apresentado na Figura 5, onde o servidor issabel é o PABX que irá prover as ligações telefônicas que serão encaminhadas para os voluntários que irão dar as notas aos áudios que estes ouvirão para avaliar a qualidade de voz. Neste cenário, a execução do testes foi realizada de forma automática, ou seja, o Servidor Issabel foi programado para realizar chamadas, para um determinado ramal, escolhido de forma aleatória, que estiver logado na Central Issabel. Esta ligação foi ajustada para ocorrer cada 1 hora, no intervalo de 10:00h as 22:00h.

No servidor issabel que foram realizadas todas as configurações propostas para realização dos testes.

Figura 5 – Cenário de Testes



Fonte: Elaborada pelo Autor

Com o objetivo de validar a metodologia proposta por este trabalho denominada Avaliação de Qualidade de Ligação VoIP em 5 Etapas, foram realizadas 90 chamadas para 7 ramais. Os resultados coletados da planilha Master.csv e foram tratados no editor de planilhas da Microsoft Excel. A Tabela 4 apresenta as médias das notas recebidas por cada áudio enviado durante as chamadas.

Tabela 4-MOS Estimado das Ligações

Média das notas							
Ramal	Áudio 1	Áudio 2	Áudio 3	Áudio 4	Áudio 5	Por Ramal	Geral

2001	4.1	4.5	4.6	4.7	5.0	4.6	
2005	4.4	4.7	4.8	4.7	4.9	4.7	
2008	4.8	4.9	4.7	4.5	4.8	4.7	4,7
2009	4.4	4.0	4.8	4.8	4.8	4.6	
2011	5.0	4.9	4.9	5.0	5.0	5.0	
2012	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	
2013	3.0	5.0	5.0	4.0	5.0	4.4	

Fonte: Elaborada pelo Autor

Com as referidas notas coletadas pelo sistema pode-se então realizar as análises necessárias para determinar a qualidade do sistema a ser testado, de acordo com a Tabela 1, que classifica o sistema como excelente, bom , razoável , pobre ou ruim, de acordo com a nota dada pelo usuário. Portanto ao realizar uma comparação entre as notas dadas pelos usuários e a Tabela 1 do sistema em teste, observa-se os resultados apresentados na Tabela 5.

Tabela 5-Comparação dos Resultados com a Categoria de Qualidade MOS

Ramal	Média total (MOS)	Categoria de Qualidade (MOS)
2001	4.6	Boa
2005	4.7	Boa
2008	4.7	Boa
2009	4.6	Boa
2011	5.0	Excelente
2012	4.9	Boa
2013	4.4	Boa

Fonte: Elaborada pelo Autor

Assim, ao analisar os resultados apresentados pela Tabela 5 pode se considerar que os usuários que todos realizaram o experimento, consideraram a chamada boa, com exceção do usuário que realizou o experimento no ramal 2011, que considerou sua experiencia foi com o sistema foi considerado por ele excelente. Desta forma a metodologia proposta por esse trabalho para avaliação de qualidade de sistemas de telefonia IP com Asterisk, pode ser considerado viável e eficaz.

5-Conclusão

Mesmo com toda a tecnologia disponível atualmente para se realizar a comunicação à distancia entre indivíduos, os serviços de telefonia, seja a convencional ou a telefonia IP, ainda se mantém fortemente presente entre os serviços essenciais de telecomunicações. A telefonia sofreu vários avanços, porém suas premissas permanecem as mesma, onde

podemos citar como exemplo o formato físico do telefones, que por mais moderno que seja, a presença de uma base e um monofone constituindo o aparelho ainda é constantemente visto em cenários onde há telefonia fixa.

Para qualquer serviço desenvolvido e ofertado é de muita importância ter meios para se extrair a qualidade de seu desempenho. Ter em mãos meios de se obter qualidade do serviço de chamadas telefônicas, através de métodos simples ou até mesmo complexos, é um dos vários benefícios que a surgimento da telefonia IP trouxe. O método apresentado neste trabalho, que relativamente pode ser considerado simples, trouxe a tona dados importantes para análise e busca da melhoria do sistema como um todo. Seguindo a recomendação da ITU-T P800, extraiu-se aqui, de forma subjetiva, o MOS de cada ligação, fornecido por cada usuário no momento da ligação.

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que é possível avaliar a qualidade das ligações de um sistema de telefonia IP utilizando o próprio sistema para isso, desta forma o método de Avaliação de Qualidade de Ligação VoIP em 5 Etapas se mostrou apropriado para testar a qualidade de sistemas de telefonia IP, uma vez que foi possível extrair as percepções de qualidade do sistema dos seus próprios usuários, utilizando o próprio sistema em análise, para isso. Assim, essa metodologia pode ser utilizada por qualquer sistema de telefonia IP que esteja em uso.

6- Referencias

IP2LACATION. Block Visitors by Country Using Firewall. 2001. Disponível em: <<https://www.ip2location.com/free/visitor-blocker>>. Acesso em: 19 de abr. de 2020.

JESZENSKY, P. J. E. Sistemas Telefônicos. 2. ed. Barueri - SP: Editora Manole Ltda, 2004. 1328 p.

LINHARES, T. W. Redução do atraso de transição em redes sem-fio ieee 802.11 para usuários voip móveis. Instituto Federal Santa Catarina, Santa Catarina, 2010.

REC, I. P. 800: Methods for subjective determination of transmission quality. International Telecommunication Union, Geneva, p. 22, 1996.

RIBEIRO, G. da S. Voz sobre IP II: Expectativas da Tecnologia. 2019. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialvoipconv2/pagina_5.asp>. Acesso em: 03 de nov. de 2019.

ROSA, E. G. Voz sobre IP e qualidade de serviço em redes multisserviços: uma abordagem prática. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Salvador, 2003.

SILVA, M. A. d. Um sla para voip e seu mapeamento em uma rede diffserv/mpsl. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.