



**UNIVERSIDADE
KIMPA VITA**

08 - 05 | 2025

Avaliação dos factores da qualidade de serviço de voz baseados em IPBX

Assessment of IPBX-based voice service quality factors

**Joaquim Ulisses | Hermenegildo Cassoada | Ngombo
Armando**

Versão electrónica

URL: <https://ciencia.unikivi.ao>

Data de publicação: 08-05-2025. Páginas: 12

Editor

Revista Científica Interdisciplinar da UNIKIVI

Referência electrónica

Ulisses, J., Cassoada, H., & Armando, N. (2025). Avaliação dos factores da qualidade de serviço de voz baseados em IPBX. Revista da UNIKIVI. 01(01), 01-11.



AVALIAÇÃO DOS FACTORES DA QUALIDADE DE SERVIÇO DE VOZ BASEADOS EM IPBX

Assessment of IPBX-based voice service quality factors

Joaquim Ulisses

Faculdade de Engenharia da Universidade Agostinho Neto, Angola
engulisses.28@gmail.com | ORCID: 0009-0001-8453-8750

Hermenegildo Cassoada

Faculdade de Engenharia e Novas Tecnologias da Universidade Gregório Semedo, Angola
1000012876@ucan.edu | ORCID: 0009-0004-3787-7188

Ngombo Armando

Departamento de Engenharia Informática da Universidade Kimpa Vita, Angola
ngombo@ieee.org | ORCID: 0000-0001-7493-4365

RESUMO

A busca por qualidade nos serviços de telefonia Protocolo Internet (IP) tem sido umas das grandes preocupações dos pesquisadores nessa área, por se tratar de uma tecnologia de comunicação alternativa a telefonia convencional. Inúmeras são as soluções Voice over Internet Protocol (VoIP), no mercado e cada uma tenta trazer recursos diferenciados, tornando desafiador seleccionar, a que melhor atende as necessidades de uma determinada organização, surgindo assim a necessidade de se avaliar os principais factores de qualidade, de tal maneira que seja possível propor soluções que sirvam de referência, na selecção das tecnologias a serem utilizadas em projectos de sistema VoIP com *Internet Private Branch Exchange* (IPBX) para atender as necessidades, tanto de usuários particulares como das organizações. O presente estudo apresenta os principais parâmetros que mais influenciam a qualidade de serviço (QoS) de voz baseados em IPBX tendo, como fontes de buscas, repositórios científicos, nomeadamente: IEEEExplore, SCielo, ScienceDirect e Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP), onde foram seleccionados essencialmente estudos publicados de 2016 à 2023, não deixando de parte, outros estudos que se mostraram pertinentes fora deste período e vindas de outras fontes. Com base nos critérios de inclusão e exclusão definidos foi possível, seleccionar 20 artigos, cuja análise e discussão são apresentadas neste artigo. Analisados os estudos seleccionados sobre os tópicos pertinentes no campo de QoS em sistemas VoIP baseados em IPBX, não foram encontrados estudos claros sobre a avaliação dos parâmetros de QoS em sistemas VoIP baseados em IPBX que proponham um modelo de referência, para selecção das tecnologias a utilizar. Deste modo, este artigo é uma referência para projectos de implementação de sistemas VoIP.

Palavras-chave: VoIP, QoS, Protocolos, Codec, IPBX, Revisão de literatura.

ABSTRACT

The search for quality in Internet Protocol (IP) telephony services has been one of the major concerns of researchers in this area, as it is an alternative communication technology to conventional telephony. There are numerous Voice over Internet Protocol (VoIP) solutions on the market and each one tries to bring different resources, making it challenging to select the one that best meets the needs of a given organization, thus arising the need to evaluate the main quality factors in such a way that it is possible to propose solutions that serve as a reference in the selection of technologies to be used in VoIP system projects with Internet Private Branch Exchange (IPBX) to meet the needs of both private users and organizations. The present study presents the main parameters that most influence voice quality of service (QoS) based on IPBX, using scientific repositories as search sources, namely: IEEEExplore, SCielo, ScienceDirect and Open Access Scientific Repository of Portugal (RCAAP), where essentially studies published from 2016 to 2023 were selected, not leaving aside other studies that proved to be relevant outside this period and coming from other sources. Based on the defined inclusion and exclusion criteria, it was possible to select 20 articles, the analysis and discussion of which are presented in this article. After analyzing the selected studies on the relevant topics in the field of QoS in VoIP systems based on IPBX, no clear studies were found on the evaluation of QoS parameters in VoIP systems based on IPBX that propose a reference model for selecting the technologies to be used. Therefore, this article is a reference for VoIP system implementation projects.

Keywords: VoIP, QoS, Protocols, Codec, IPBX, literature review.

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de redução de custos em Tecnologias de Informação (TI) leva muitas organizações a adotarem soluções “*open source*”, e serviços integrados. No campo das comunicações de voz sobre Protocolo Internet (IP) têm surgido diferentes soluções, dentre as quais, actualmente, as baseadas em troca de ramais privados via IP - *Internet Private Branch Exchange* (IPBX) ou Troca Automática de Ramais Privados - *Private Automatic Branch Exchange* (PABX) IP têm ganhado espaço.

Uma das grandes preocupações tem-se cingido na garantia da qualidade de serviço (QoS) visto que, estes sistemas permitem gerir as transmissões de voz, nos mesmos canais de dados e vídeo fazendo assim, com que os protocolos de transmissão e transporte assumam a tarefa de levar os serviços, sem perder de vista os factores de garantia da QoS. Uma das grandes dificuldades tem sido, a selecção dos requisitos que, face a diversidade de soluções que há no mercado, atendam as necessidades dos utilizadores. Para tal, é necessário um estudo pormenorizado dos parâmetros de qualidade de serviços de rede, dos protocolos de transporte, codecs e realização de testes, comparando o tráfego gerado na rede a fim de serem definidas normas para esses tipos de soluções.

Com a expansão dos serviços de voz sobre IP nas organizações, tem-se buscado cada vez mais por soluções que oferecem qualidade de serviço (QoS) adequada às necessidades de cada organização (Neyra et al., 2017). Vários são os estudos que têm sido feitos, com a finalidade de definir os principais factores de QoS em sistemas Voz sobre IP (VoIP). Em (Adhilaksono & Setiawan, 2021), os autores apresentam as principais métricas para avaliação da QoS e os parâmetros que a definem e identificam os elementos envolventes para garantir qualidade de serviço em sistemas VoIP, a saber: protocolos, dispositivos físicos, meios de transmissão, bem como características da rede como a largura de banda, Jitter e atrasos.

Neste trabalho, procuramos apresentar um estudo sistematizado de revisão de literatura, com base nas recomendações metodológicas PRISMA, no sentido de avaliar qualitativamente estudos feitos nessa área, no período de 2016 a 2023, trazendo aspectos que na literatura não foram ainda tratados.

A sequência deste artigo estrutura-se da seguinte maneira: Na Secção 2 é apresentada a metodologia utilizada para a selecção dos estudos que atendem ao nosso problema. Na secção 3, apresentamos os resultados obtidos e na secção 4 tratamos das discussões destes resultados. Finalmente na Secção 5 apresentamos as nossas conclusões, não deixando de parte recomendações para trabalhos futuros.

2 METODOLOGIA

O tipo de estudo empregado neste artigo teve uma abordagem de revisão sistemática da literatura, pois seguiu critérios de inclusão e exclusão para seleccionar artigos relevantes, baseada nas recomendações PRISMA 2020, para melhor identificar as lacunas no estado da arte, através de busca em repositórios científicos e identificar os principais factores, que influenciam a qualidade do serviço em sistemas VoIP baseados em IPBX.

Quanto aos métodos utilizados, foi definido o critério de selecção de estudos como fontes de pesquisa, palavras-chave a utilizar, critérios de inclusão e exclusão.

As buscas foram realizadas no período de Abril a Junho de 2023. Outros estudos que se mostraram pertinentes, fora deste período e vindas de outras fontes foram igualmente considerados. As palavras-chave definidas foram: VoIP, PABX, SIP, Codec, QoS, serviço de voz, IAX, Asterisk, parâmetros de qualidade. As buscas foram realizadas nos seguintes repositórios científicos: IEEEXplore, RCAAP, ScienceDirect e SciELO.

2.1 Critérios de inclusão e exclusão

A lista dos critérios de inclusão adoptados configurou-se conforme abaixo:

- Intervalo de tempo das publicações: 2016 – 2023;
- Conteúdo: Publicações com temas dentro do escopo do nosso estudo;
- Idiomas de publicação: Inglês, Espanhol e Português;
- Acessibilidade: Estudos de acesso abertos e restritos.

A lista dos critérios de exclusão adoptados configurou-se conforme abaixo:

- Registos duplicados;
- Títulos fora do contexto do tema em estudo;
- Resumos e palavras-chave fora do escopo do nosso estudo;
- Publicações cujos objectivos não se cingem sobre qualidade de serviço de voz IP.

Foi feita a leitura das publicações seleccionadas tendo-se, seleccionado aquelas que mais nos despertou interesse perante os critérios de inclusão e exclusão acima elencados. Na próxima secção são discutidos os resultados destes estudos.

2.2 Técnicas de colecta de dados

- Pesquisa bibliográfica: Colecta de artigos científicos sobre qualidade de serviço em VoIP/IPBX.
- Levantamento de parâmetros: identificação dos factores que mais influenciam a qualidade de serviço (jitter, latência, MOS, perda de pacotes, etc.).

2.3 Técnicas de análise de dados

- Análise qualitativa – interpretação dos achados da literatura para entender as tendências e os desafios.
- Comparação de estudos – agrupamento de informações dos artigos seleccionados para identificar padrões.

2.4 Ferramentas e Software utilizado

Foi utilizado o Excel, para organizar os artigos seleccionados facilitando a análise comparativa. O Excel permitiu, calcular estatísticas básicas sobre os parâmetros de qualidade de serviço mais mencionados nos artigos.

3 RESULTADOS

Identificámos um total de 315 registos distribuídos em: *IEEEXplore* (n=44), *ScienceDirect* (n=262), *SciELO* (n=4), *RCAAP* (n=3). Acrescentaram-se a estes, 4 outros relatórios e dissertações, por se mostrarem relevantes para o estudo. Constam do fluxograma na Figura (1) detalhes dos resultados obtidos nas três fases das recomendações PRISMA.

A organização e tabulação dos meta-dados foram feitas numa planilha elaborada no programa MS Excel, onde primeiramente foram excluídos 5 registos duplicados. Procedeu-se a leitura dos títulos dos demais 315 registos, após a qual 221 registos foram excluídos por não contemplarem os nossos critérios de inclusão. Posteriormente fez-se, a leitura dos resumos das 94 publicações, onde 82 foram excluídos por estarem fora do escopo da revisão, e cujos resumos não despertou interesse para o nosso estudo, restando assim 16 publicações e estas foram lidas na íntegra. Em termos de origem, os 16 estudos foram desenvolvidos em Instituições de Ensino Superior (IES). Desses estudos, 5 no Brasil, 2 em Portugal, 1 na Índia, 1 no Paquistão, 1 na Tailândia, 1 no Reino Unido, 1 em Equador, 1 no Perú, 1 no Egípto, 1 na Arabia Saudita e 1 na Indonésia. Os 16 estudos foram desenvolvidos por Alshahwan et al., (2018); Pale et al., (2017); Edan et al., (2016); Aamir & Zaidi, (2012); Villarreal1 et al., (2019); Neyra et al., (2017); Pantoja, (2017), Anna, (2010); Vieira, (2009); Dafalla et al, (2022); Adhilaksono & Setiawan, (2021); Chakraborty et al, (2020); Sankako, (2007); Pereira, (2015); Menezes et al, (2019); Magro, (2005).

Tendo mostrado, os resultados da revisão da literatura em termos de panorama dos estudos incluídos, na tabela 1 são apresentados os resultados das pesquisas obtidas, por cada uma das fontes de dados seleccionadas.

Tabela 1

Resultados encontrados nas bases de dados por palavra-chave

Palavras-Chave	ScienceDirect	SciELO	IEEExplore	RCAAP
<i>VOIP; PBX, QOS</i>	2 (Open Access) 15 (Restrito)	2	2 (Restrito)	0
<i>Asterisk, QoS</i>	11 (Open Access)	0	6 (Restrito)	0
<i>PBX, QoS</i>	2 (Open Access)	0	3 (Restrito)	0
<i>Voip, qos, metrics, codecs</i>	12 (Open Access)	0	5 (Restrito)	0
<i>SIP, IAX, QOS</i>	1 (Open Access)	0	0	0
<i>SIP, QoS</i>	29 (Open Acces) e 129 (Restritos)	0	1 (Acesso Aberto) 23 (Restrito)	3
<i>Asterisk, Performance, QoS</i>	11 (Open Access) e 50 (Restrito)	2	4 (Restrito)	0
Total	262	4	44	3

Fonte: Elaborada pelos autores, 2024

Depois de lido os títulos de cada artigo, viu-se que alguns não se mostravam relevantes, para a pesquisa, pois não se estavam relacionados com o tema em estudo. Os números de estudos por bancos de dados foram seleccionados, como se observa na tabela 2 e foi possível quantificar os bancos de dados, com maior quantidade de estudos, abordando a temática em estudo.

Tabela 2

Títulos dos estudos seleccionados

No	Títulos	Fontes	Ano	Autores
1	Dynamic Novel Cross-Layer Performance Enhancement Approach for SIP over OLSR	IEEEExplore	2018	Alshahwan et al.
2	Asterisk server performance under stress test	IEEEExplore	2017	Pal et al.
3	Performance evaluation of QoS using SIP and IAX2 VoIP protocols with CODECS	IEEEExplore	2016	Edan et al.
4	QoS analysis of VoIP traffic for diferente codecs and frame counts per Packet in multimedia environment using OPNET	IEEEExplore	2012	Aamir & Zaidi
5	Evaluación de una red inalámbrica de banda ancha para VoIP	SciELO	2019	Villarreal1 et al.
6	Evaluación de QoE en servicios IP basada en parámetros de QoS	SciELO	2017	Neyra et al.
7	Comparação de infra-estruturas baseadas em SDN e virtualização de redes para suporte a serviços VoIP	RCAAP	2017	Pantoja
8	Implantação de telefonia voip no Centro de Tecnologia da UFRJ	RCAAP	2010	Anna
9	Realização de uma arquitectura Diffserv com configuração transparente de qos	RCAAP	2009	Vieira
10	A study of Voice-over-Internet Protocol quality metrics	ScienceDirect	2021	Adhilaksono & Setiawan
11	An optimized link state routing protocol for real-time application over Vehicular Ad-hoc Network	ScienceDirect	2022	Dafalla et al.
12	Diferenças entre soluções voip com H323 e SIP	Outras	2007	Sankako
13	Análise de desempenho e usabilidade em sistemas VoIP seguros	Outras	2015	Pereira
14	Técnica para análise de desempenho em plataformas computacionais genéricas para uso de sistemas VoIP Open Source	Outras	2019	Menezes et al.
15	Estudo da Qualidade de Voz em Redes IP	Outras	2005	Magro
16	VoIP-HDK2 – A novel channel allocation technique for QoS aware VoIP communication over heterogeneous network	ScienceDirect	2020	Chakraborty et al.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2024

Após a primeira fase da triagem foram seleccionados 94 registos, nas bases de dados académicas e mais 4 em outras fontes, essencialmente por se tratar de arquivos abertos e cujos temas despertaram interesse ao nosso estudo. Com base os critérios de inclusão e exclusão foi possível seleccionar 16 estudos, durante a fase de triagem para leitura crítica, como apresentadas na tabela 3.

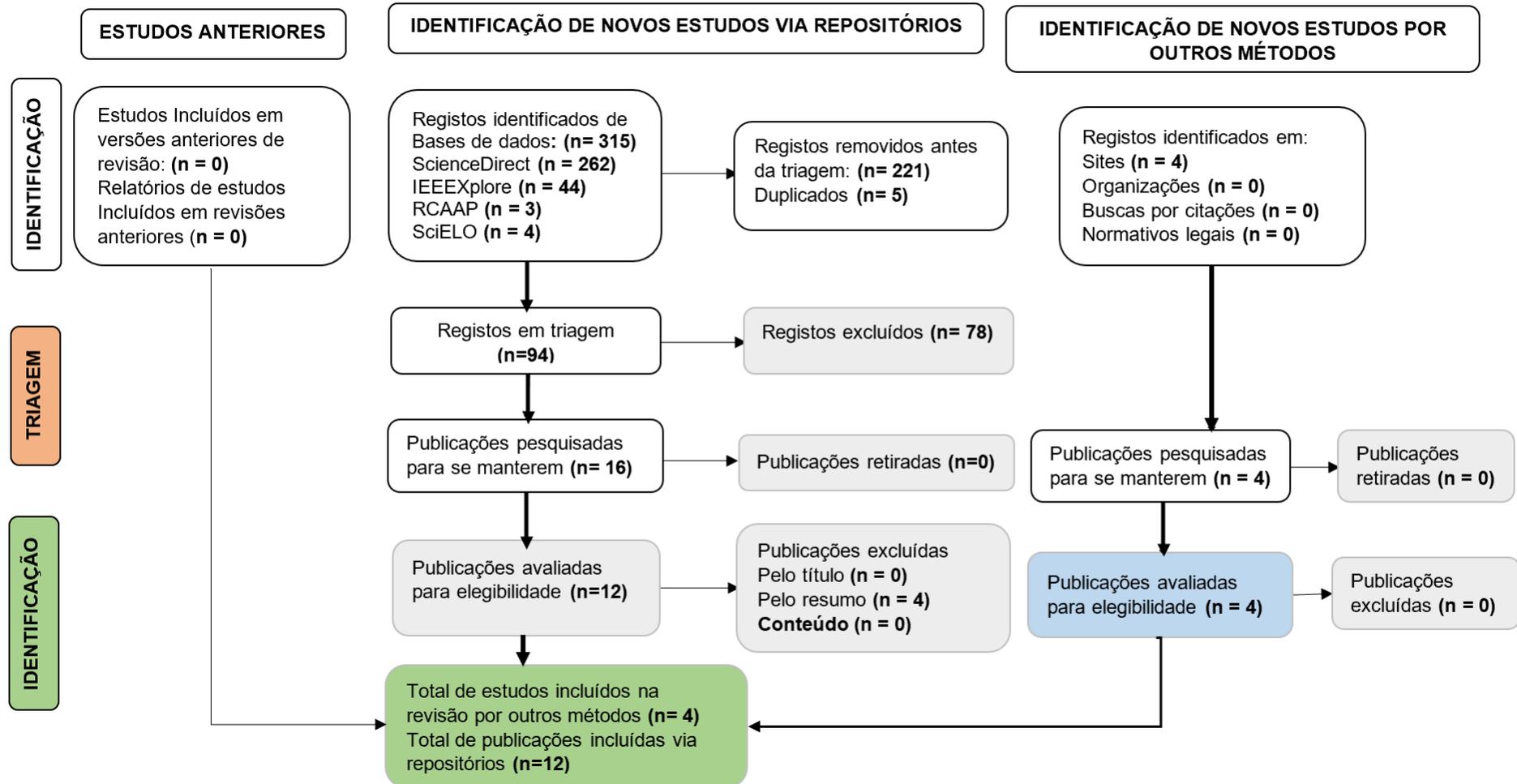
Tabela 3*Meta-dados dos estudos incluídos*

Base de dados	Número de estudos retornados	Estudos excluídos	Estudos Selecionados
ScienceDirect	262	259	3
IEEE Xplore	44	40	4
RCAAP	3	0	3
SciELO	2	0	2
Outras fontes	4	0	4
Total	315	295	16

Fonte: Elaborada pelos autores, 2024

Figura 1.

Fluxograma da selecção dos estudos (PRISMA)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1 Performance dos servidores VoIP

Num estudo publicado sobre o desempenho do servidor Asterisk sob teste de demanda (Pal et al., 2017), verificou-se a influência dos componentes de *hardware* na qualidade das chamadas emitidas por um servidor Asterisk usando o protocolo SIP. Para o ambiente de teste foram utilizadas 3 máquinas, uma com processador core-2 duo, frequência de 3.33 GHz e 4 GB de RAM e outra com processador core i5 a 2.3 GHz e uma RAM de 4 GB, e uma máquina onde rodava o Asterisk com processador core-2 duo, 3.33 GHz e RAM de 4 GB. Em ambas as máquinas foram instaladas o *software* PacketGen para gerar até 300 as chamadas SIP por segundos. Este fluxo de chamadas causou uma saturação do servidor. O PacketScan também permitiu monitorar o tráfego da rede e usou-se o codec G.711. Foi possível observar o efeito que a utilização da CPU podia ser proporcional na qualidade das chamadas.

Todavia, é preciso realçar que neste trabalho não foram considerados os efeitos de “*Delay*” nem do “*Jitter*”, bem como não houve variação da capacidade dos processadores e memória RAM em função das chamadas, pois variando esses elementos de *hardware* podem-se recomendar melhor as características de um servidor Asterisk, para atender um determinado número de chamadas.

4.2 Influência dos protocolos SIP, IAX2 e dos CODECS

Um estudo de comparação entre o protocolo SIP e IAX2 feito por (Edan et al., 2016) teve, como principal objectivo avaliar o QoS em implementações reais sob Codecs de vídeo e voz, bem como um dos protocolos SIP e IAX2 baseado no servidor Asterisk. Foram avaliados parâmetros de QoS como *jitter*, largura de banda e o atraso. Os codecs em estudo foram: G.711 (ulaw&alaw), GSM, G.722, Speex, H.263, H.264, H.261 e H.263P. Os *softwares* utilizados no ambiente de teste foram: AsteriskNOW PBX 6.12, X-lite softphone, Zoiper softphone, tendo como analisador de pacotes o programa *Wireshark*. Quanto aos equipamentos de *hardware*, o estudo contou com 2 computadores com processadores core i7 e memória RAM de 8GB, para os servidores Asterisk conectados numa rede LAN privada, através de um Switch de nível OSI 2 e um ponto de acesso, 2 PCs clientes e 2 telemóveis com softphones instalados. Como estratégia para avaliação da qualidade das comunicações, foi preciso alternar entre os protocolos SIP e IAX2.

Em geral, nos testes realizados, o protocolo IAX2 apresentou melhor desempenho em relação ao SIP. Em relação ao codec, o G.711a/u apresentou melhor qualidade no som, pelo que, os autores recomendam o uso do protocolo IAX2 com codec G.711 and GSM para alcançar bom nível de QoS em ambiente de rede semelhante ao acaso de estudo apresentado. Para as chamadas de vídeo os codecs H.263 e H.263.P apresentaram melhor qualidade e têm a vantagem de serem suportados por vários *softphones* do mercado, pelo que não se pode dizer o mesmo do H.261. Neste trabalho não foi feita uma avaliação dos parâmetros de QoS, em chamadas simultâneas,

4.3 Métricas de QoS em VoIP

É notável que há grande interesse em estudos que visam buscar soluções e mecanismos que ofereçam QoS bem como estudos que definem as principais métricas de QoS em sistemas VoIP (Villarreal et al., 2019), mas também há ainda uma carência, em estudos que definem modelos para implementação de sistemas VoIP face as inúmeras soluções de servidores VoIP, protocolos, codecs e outros factores de qualidade de serviço.

Num estudo recente (Adhilaksono & Setiawan, 2021), foram avaliadas, as principais métricas de QoS em VoIP. Os autores consideraram outros factores de qualidade além dos já conhecidos, como foram citados nos estudos apresentados anteriormente. Outrossim, os autores consideraram os factores de qualidade de experiência (QoE) tais como, Pontuação média de opinião (MOS), avaliação perceptiva da qualidade da fala (PESQ) e relação sinal-ruído de pico (PSNR). Como resultado, os autores acreditam que o WebRTC tem ganhado mais espaço nas implementações de comunicação VoIP em relação ao SIP por ser mais simples e fácil de se instalar, pelo que consideram o jitter a principal métrica de QoS e o MOS a principal métrica de QoE.

Outros estudos encontrados apontam a abordagem *DiffServ* (serviços diferenciados) como um factor de qualidade (Vieira, 2009), tratando-se de uma arquitectura que define o tratamento que

cada pacote de dados recebe a cada salto (“hop”). As nossas buscas permitiram ainda encontrar estudos sobre implementação de rede Ad-hoc de veículos (VANET) e telefonia móvel (MANET) onde o protocolo de roteamento OLSR (optimized Link-States route protocols) foi o que melhor atendeu os parâmetros de QoS como atraso e *Jitter* (Dafalla et al., 2022). O protocolo OLSR é também referenciado num outro estudo realizado por Alshahwan et al. (2018), onde em ambiente de teste os autores demonstraram, que os algoritmos utilizados pelo protocolo OLSR contribuem, para a redução do atraso nas transmissões de sinalização com SIP.

Foram encontrados estudos que relacionam a QoS e QoE (Neyra et al., 2017). Nos seus experimentos, os autores puderam avaliar a QoE tendo como premissas os parâmetros de QoS tais como: o atraso, o *jitter*, a largura de banda e a perda de pacotes. Foi utilizado o Asterisk como servidor VoIP e o Wireshark para análise dos pacotes. Mas no mesmo estudo não foi possível avaliar diferentes protocolos e codecs, para se poder dizer quais combinações oferecem melhor qualidade de serviço, para um determinado cenário.

4.4 Codecs em sistemas VoIP

Num outro artigo publicado por (Aamir & Zaidi, 2017), onde no seu estudo sobre avaliação da qualidade de serviço, deu mais ênfase ao atraso e a variação da latência nas comunicações fim-a-fim, usando para o isto os codecs G.711, G.729 e G.723.1. Neste artigo os autores trouxeram uma abordagem clara, de um modelo de selecção de codecs que melhor atendem os requisitos de QoS mas especificamente o atraso e a latência na comunicação fim-a-fim. O cenário de simulação foi no software OPNET. Pelo que foi possível perceber que o codec que apresentava o valor mais alto de atraso o G.711 e o com o valor mais baixo o G.729. E em relação à variação do atraso, onde o G.729 apresentou maior variação. Também descobriu que a codificação G.729 tinha menor variação de atraso na fila ou jitter do que outros dois codecs de voz, para valores mais altos de voz quadros por pacote. Descobrimos ainda que a codificação G.729 dos pacotes de voz experimentaram o menor atraso de ponta a ponta do pacote, em comparação com G.711 e G.723.1 em todos os quadros configurados conta por pacote. Além disso, observou-se que G.723.1 codificações teve a menor variação de atraso de pacote em comparação, com outros dois esquemas de codificação, para todas as contagens de quadros configuradas por valores de pacote.

Foi constatado também que as preocupações por garantia de QoS já vêm sendo levantadas, desde o surgimento dos serviços de voz PSTN sobre arquitecturas como X-25 e *Frame Relay*, como mostrado nos estudos realizados por Margo (2005) amais de duas décadas. Neste mesmo estudo, foram abordados os codecs G.711 e G.729 para o ambiente de teste feito pelo autor. Em relação aos protocolos de sinalização, Sankako (2007) abordou melhor essa discussão em seu estudo, onde comparou o protocolo SIP e H.323 considerando o H.323 muito mais complexo e de difícil configuração, mas que, permite melhor interoperabilidade de equipamento e aplicações em relação ao SIP. Mas nesse estudo não fez menção sobre critério a se seguir para a escolha de uma ou outra solução face aos requisitos de QoS. Porém, Pereira (2015) em sua dissertação, avaliou o desempenho de sistemas VoIP seguros com monitorização do impacto dos parâmetros de QoS, mostrando que a introdução de mecanismos de segurança dificulta não só a sua utilização pelo utilizador comum, mas também a instalação, monitorização e avaliação.

A nossa revisão permitiu também identificar estudos sobre avaliação de desempenho de sistemas VoIP sobre Redes Definidas por Software (Pantoja, 2017). Os resultados experimentais demonstram que SDN e virtualização de rede não interferem significativamente no desempenho do serviço VoIP. Além disso, a tecnologia proporciona benefícios adicionais, como o isolamento do tráfego VoIP, de forma que esse pudesse coexistir com outros tráfegos sem sofrer qualquer tipo de interferência.

Foram pesquisados também trabalhos sobre análise do desempenho e um dos estudos relevantes foi o de (Menezes et al., 2019), sobre técnicas para análise de desempenho. Nos seus experimentos os autores usaram **softwares Open Source**, tendo como o servidor VoIP o Asterisk e foram realizados testes com os protocolos SIP e IAX2 com os CODEC's G.711a (Alaw), G.711u (Ulaw), G.722, Ilbc, Speex e Gsm, mostrando a importância de se realizar teste, em diferentes ambientes e componente para encontrar a solução mais adequada, para cada caso específico. Mas não foi isso que foi feito, deixando em aberto como adequar determinada solução a um

determinado ambiente. Mas ainda assim, esse estudo foi mais interessante para nós, em relação a outros estudos, onde os autores apenas seleccionaram tecnologias e implementação a solução num único ambiente de teste como (Anna, 2010), tendo apenas como base o baixo custo.

5 CONCLUSÃO

Este artigo apresentou uma revisão de sistemática da literatura sobre estudos sobre QoS em sistemas de voz sobre IP realizados no intervalo de 2016 a 2023. Foi possível notar que há interesse na comunidade académica, em buscar soluções e mecanismos que ofereçam QoS bem como estudos que definem as principais métricas de QoS em sistemas VoIP. Todavia, há ainda uma carência, em estudos que definem modelos para implementação de sistemas VoIP face as inúmeras soluções de servidores VoIP, protocolos, codecs e outros factores de qualidade de serviço. Com o surgimento dos PABX IP aumentaram-se as alternativas para criar uma solução de transmissão de voz através de uma rede de dados, mas por outro lado torna-se mais complexa definir, uma solução face a diversidade de protocolos VoIP atenda aos requisitos de QoS.

Em termos de oportunidades de trabalhos futuros, fruto desta revisão da literatura, pensamos num estudo que traga, uma síntese dos protocolos de transmissão de voz que melhor atendem, a uma rede média e larga escala, através de casos aplicados que permitirão testar, diferentes protocolos e avaliar o comportamento do sinal. Finalmente, esta revisão da literatura abre uma oportunidade, de se lançarem projectos de infra-estruturas de redes convergentes, onde se pretenda garantir, qualidade na transmissão de voz.

6 REFERÊNCIAS

- Aamir, M., & Zaidi, S. M. (2017). QoS Analysis of VoIP Traffic for different Codecs and Frame Counts per Packet in Multimedia Environment using OPNET. Karachi, Pakistan. ISBN: 978-1-4673-2252-2.
- Adhilaksono, B., & Setiawan, B. (2021). A study of Voice-over-Internet Protocol quality metrics. Indonesia. DOI: 10.1016/j.procs.2021.12.153.
- Alshahwan, F., Alshamrani, M., & Amer, A. A. (2018). Dynamic Novel Cross-Layer Performance Enhancement Approach for SIP over OLSR. IEEE ACCESS. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2880917>.
- Anna, I. P. (2010). Implantação de Telefonia VoIP no Centro de Tecnologia da UFRJ. Rio de Janeiro. <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/7763/1/monopoli10002888.pdf>.
- Chakraborty, T., Ghosh, S., Barik, S., Kar, S., & Chatterje, S. (2020). VoIP-HDK2 – A novel channel allocation technique for QoS aware VoIP communication over heterogeneous networks. Kolkata: Procedia Computer Science. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.007>.
- Dafalla, M. E., Mokhtar, R. A., b, R. A., Alhumyani, H., Abdel-Khalek, S., & Khayyat, M. (2022). An optimized link state routing protocol for real-time application over Vehicular Ad-hoc Network. Alexandria Engineering Journal. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.10.013>.
- Edan, N. M., Turner, S., Al-Sherbaz, A., & Ajit, S. (2016). Performance Evaluation of QoS Using SIP & IAX2 VVoIP Protocols with CODECS. Londres: SAI Computing Conference. ISBN: 9781467384605 <https://doi.org/10.1109/SAI.2016.7556048>.
- Magro, J. C. (2005). Estudo da Qualidade de Voz em Redes IP. Campinas. https://www.academia.edu/127482037/Estudo_da_qualidade_de_voz_em_redes_IP.
- Menezes, A. C., Machado, J. d., Nogueira, T. A., Ordonez, E. D., & Ribeiro, A. D. (2019). Técnicas para análise de desempenho em plataformas computacionais genéricas para uso de sistemas VoIP Open Source. Sergipe: IFS. ISBN 978-85-9591-088-1.
- Neyra, J. M., Irizar, C. A., & Calderón, C. A. (Dezembro de 2017). Evaluación de QoE en servicios IP basada en parámetros de QoS. ISSN 1815-5928.
- Pal, D., Triyason, T., & Vanijja, V. (2017). Asterisk Server Performance under Stress Test. 17th IEEE International Conference on Communication Technology (p. 5). Bangkok, Thailand: IP Communications Laboratory. <https://doi.org/10.1109/ICCT.2017.8359973>.
- Pantoja, M. R. (2017). Comparação de infraestruturas baseadas em sdn e virtualização de redes para suporte a serviços voip. Recife.

- Pereira, R. S. (2015). Análise de desempenho e usabilidade em sistemas VoIP seguros. <https://hdl.handle.net/1822/35297>.
- Sankako, E. H. (2007). Diferenças entre Soluções VoIP com H.323 e SIP. Londrina. <https://doi.org/10.5965/2764747102042013074>.
- Vieira, S. A. (2009). Realização De Uma Arquitectura Diffserv Com Configuração Transparente De Qos. Lisboa. <http://hdl.handle.net/10362/1985>.
- Villarreal, M. A., Arroyo, J. B., Camarena, J. F., & Lira, L. A. (2019). Evaluación de una red inalámbrica de banda ancha para VoIP. ISSN 1390-6542