

Jederilson Sousa Luz
Orientadora: Juliana Oliveira de Carvalho

Avaliação de QoE e QoS para ambientes de jogos na nuvem: Um Survey

Picos - PI
03 de Agosto 2023

Jederilson Sousa Luz
Orientadora: Juliana Oliveira de Carvalho

Avaliação de QoE e QoS para ambientes de jogos na nuvem: Um Survey

Monografia submetida ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação como requisito parcial para obtenção de grau de Bacharel em Sistemas de Informação. Orientadora: Profa. Dra. Juliana Oliveira de Carvalho.

Universidade Federal do Piauí
Campus Senador Helvídio Nunes de Barros
Bacharelado em Sistemas de Informação

Picos - PI
03 de Agosto 2023

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca José Albano de Macêdo

L979a Luz, Jederilson Sousa
Avaliação de QoE e QoS para ambientes de jogos na nuvem : um Survey
[recurso eletrônico] / Jederilson Sousa Luz - 2023.
40 f.

1 Arquivo em PDF
Indexado no catálogo *online* da biblioteca José Albano de Macêdo-CSHNB
Aberto a pesquisadores, com restrições da Biblioteca

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do
Piauí, Bacharelado em Sistemas de Informação, Picos, 2023.
“Orientadora : Profa. Dra. Juliana Oliveira de Carvalho ”

1. Jogos na nuvem. 2. QoE. 3. QoS. 4. Computação na nuvem. I.
Carvalho, Juliana Oliveira de. II. Título.

CDD 004.5

AVALIAÇÃO DE QOE E QOS PARA AMBIENTES DE JOGOS NA NUVEM: UM SURVEY

JEDERILSON SOUSA LUZ

Monografia Aprovada como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Data de Aprovação

Picos – PI, 14 de agosto de 2023

Juliana O. de Carvalho
Prof. Juliana Oliveira de Carvalho

Rayner Gomes Sousa
Prof. Rayner Gomes Sousa

Frank Cesar Lopes Vera
Prof. Frank Cesar Lopes Vera

Agradecimentos

Gostaria de primeiro agradecer a Deus, por sempre ter cuidado de mim independente de qualquer coisa. Sem ele, nada eu seria.

Também agradeço a minha mãe e meu pai, Luís e Teresa, por terem se esforçado ao máximo para que eu pudesse estudar e chegar ao final desta graduação. Agradeço meu irmão, Jederson, por me apoiar, tirar minhas dúvidas e por ter aberto caminho para mim na área de tecnologia, da qual jamais quero sair.

Agradeço profundamente a minha esposa, Juliana Vieira, por ser uma das principais responsáveis pela conclusão desse trabalho, pois me deu animo e motivação quando eu mesmo já não tinha.

Aos meus amigos da universidades, agradeço a todos pela companhia. Espero que possamos continuar próximos após o encerramento dessa importante fase de nossas vidas. Também para minha professora e orientadora, Juliana Oliveira, agradeço pela paciência em me guiar durante nossas pesquisas.

Muito obrigado a todos vocês! Fiquem com Deus.

Em seu coração o homem planeja o seu caminho, mas o Senhor determina os seus passos.

Provérbios 16:9

Resumo

A tecnologia de jogos na nuvem permite que usuários tenham a experiência de jogos *high-end* em clientes simples sem *hardware* especializado. O *hardware* especializado não é necessário porque é feito o *offloading* da renderização dos gráficos para a nuvem. O cliente fica responsável apenas por enviar pela Internet os *inputs* e receber o *streaming* de cenas do jogo renderizadas em HD. Desta forma, essa tecnologia traz vantagens como aumento do público de jogos com altos requisitos de *hardware*, facilitação do desenvolvimento e melhora na qualidade dos jogos, além de prover novas demandas para provedores de nuvem.

A abordagem de jogos na nuvem ajuda a reduzir diversos custos para desenvolvedores e jogadores, mas enfrenta grandes problemas com aspectos de rede. Alguns exemplos de problemas são perda de pacote, *delay* e largura de banda insuficiente. Problemas como os já citados influenciam negativamente a qualidade do *gameplay* para o jogador. Diversas soluções são propostas na literatura para mitigar problemas pontuais da tecnologia, mas existe uma grande variedade entre as abordagens e pontos de interesse de cada trabalho.

Neste trabalho buscamos entender os pontos de interesse dos trabalhos de *Cloud Gaming* (CG) que tratam de *Quality of Experience* (QoE) e *Quality of Service* (QoS). Definimos uma string de busca e a aplicamos em diversas bases conhecidas, o que nos retornou mais de 700 trabalhos. Filtramos apenas aqueles mais aderentes ao tema, totalizando 68 trabalhos. Por fim, desenvolvemos uma classificação entre foco de cada trabalho, métricas utilizadas, tecnologias e mais outros fatores. Dessa forma, temos dados que podem indicar o foco dos trabalhos mais atuais na área de CG e quais são os desafios em aberto para o futuro.

Observamos que há forte inclinação dos pesquisadores para trabalhos com foco na experiência do usuário, porém utilizando métricas objetivas. No entanto, também identificamos um crescente interesse em novas técnicas de medição para métricas subjetivas de qualidade como o MOS (*Mean Opinion Score*). Por fim, identificamos uma lacuna na literatura a respeito de plataformas *open source* de CG para fins de pesquisa.

Palavras-chaves: Jogos na Nuvem, QoS, QoE, Computação na Nuvem.

Abstract

Cloud gaming technology enables users to experience high-end gaming without the need for specialized hardware on their end. The rendering of graphics is offloaded to the cloud, eliminating the necessity for specialized hardware. The client's role is reduced to sending inputs over the internet and receiving HD-rendered game scenes via streaming. In this way, this technology brings advantages such as expanding the audience for high hardware-demanding games, facilitating development, improving game quality, and generating new demands for cloud providers.

While cloud gaming offers cost-saving benefits for both developers and players, it faces significant challenges related to network aspects. Issues such as packet loss, delay, and insufficient bandwidth adversely affect the gameplay experience for players. The existing literature proposes various solutions to mitigate these issues, but there is a wide range of approaches and research interests in each work.

This study aims to understand the research interests in Cloud Gaming (CG) concerning Quality of Experience (QoE) and Quality of Service (QoS). A specific search string was defined and applied to various well-known databases, yielding more than 700 research papers. After filtering for relevance, a total of 68 papers were selected. Ultimately, we developed a classification scheme to identify the focus of each paper, the metrics employed, the technologies used, and other relevant factors. Through this approach, we obtained valuable insights into the current research trends in the field of CG and identified open challenges for future exploration.

We observed a strong inclination among researchers towards works focusing on user experience, albeit utilizing objective metrics. However, we also identified a growing interest in new measurement techniques for subjective quality metrics, such as MOS (Mean Opinion Score). Lastly, we found a gap in the literature concerning open-source CG platforms for research purposes.

Lista de ilustrações

Figura 1 – UML representando o passo a passo da metodologia deste trabalho . . .	14
Figura 2 – Arquitetura da abordagem <i>Remote Renderer</i> . Fonte: (CAI; CHEN; LEUNG, 2014)	16
Figura 3 – Gráfico de barras das métricas mais utilizadas.	23
Figura 4 – Respostas da pergunta 4 e 9	24
Figura 5 – Gráfico de bolhas das perguntas 2 e 3.	25
Figura 6 – Gráfico de bolhas das perguntas 2 e 5.	26
Figura 7 – Gráfico de bolhas das perguntas 5 e 6.	27
Figura 8 – Gráfico de bolhas das perguntas 3 e 7.	28
Figura 9 – Gráfico de bolhas das perguntas 5 e 8.	29

Lista de tabelas

Tabela 1 – Resumo dos trabalhos relacionados.	20
Tabela 2 – Perguntas e classes para classificação de trabalhos de CG.	22
Tabela 3 – Distribuição dos trabalhos selecionados por base	22
Tabela 4 – Relação dos pontos da Figura 7 e 9.	28
Tabela 5 – Relação dos pontos da Figura 8.	28
Tabela 6 – Lista de trabalhos selecionados.	38
Tabela 6 – Lista de trabalhos selecionados.	39
Tabela 6 – Lista de trabalhos selecionados.	40

Lista de abreviaturas e siglas

CG	<i>Cloud Gaming</i>
QoE	<i>Quality of Experience</i>
QoS	<i>Quality of Service</i>
SaaS	<i>Software as a Service</i>
PaaS	<i>Platform as a Service</i>
IaaS	<i>Infrastructure as a Service</i>
MOS	<i>Mean Opinion Score</i>
FPS	<i>Frame Rate</i>
RTT	<i>Round-Trip-Time</i>
MMO	<i>Massive Multiplayer Online</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
GPU	<i>Graphics Processing Unit</i>
PSNR	<i>Peak Signal-to-Noise Ratio</i>
SSIM	<i>Structural Similarity Index Measure</i>

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Objetivos	13
1.2	Metodologia	13
1.3	Organização do Trabalho	14
2	Referencial Teórico	15
2.1	<i>Cloud Computing</i>	15
2.2	Cloud Gaming	15
2.3	Métricas	16
2.3.1	Delay	17
2.3.2	Bitrate	17
2.3.3	MOS	18
3	Trabalhos Relacionados	19
4	Jogos para Nuvem	21
4.1	Questões de Pesquisa	21
4.2	Aquisição de Trabalhos	22
5	Avaliação QoE e QoS	23
5.1	Distribuição de Trabalhos por Pergunta	23
5.2	Cruzamento da Classificação de Trabalhos	25
6	Conclusão	30
	Referências	31
	Apêndices	37
	APÊNDICE A Trabalhos Encontrados	38

1 Introdução

Cloud Gaming (CG) é uma tecnologia que permite executar jogos na nuvem. Desta forma é possível que usuários experienciem jogos *high-end* mesmo em dispositivos *low-end*. Para tanto, todo o processamento pesado e que exige *hardware* especializado é executado pela nuvem. O resultado do processamento é dividido em *frames* e compactado para ser enviado pela internet. Os *frames* compactados chegam em um cliente instalado no dispositivo do usuário, que descompacta o *frame* e apresenta na tela. Da mesma forma, os *inputs* do usuário são compactados e enviados de volta para a nuvem, que irá processá-los de acordo com a lógica do jogo. Todo esse processo pode ser chamado de *game loop* e se repete enquanto durar uma sessão de *gameplay* (CAI; CHEN; LEUNG, 2014).

A tecnologia de CG tem recebido grande atenção do mercado e da academia nos últimos anos. Isso se deve ao fato de apresentar grandes benefícios para desenvolvedores, usuários e provedores de nuvem. As principais vantagens para os jogadores são: (i) acesso aos jogos em qualquer lugar e a qualquer hora, (ii) compra ou aluguel de jogos sob demanda, (iii) evitar atualizar regularmente o *hardware* e (iv) desfrutar de recursos exclusivos, como migrar entre computadores durante as sessões de jogos. Para desenvolvedores, as principais vantagens são: (i) concentrar-se em uma única plataforma, o que reduz os custos de portabilidade e teste, (ii) ignorar os varejistas para aumentar as margens de lucro, (iii) alcançar mais jogadores e (iv) evitar a pirataria. Para os provedores de serviços, as vantagens são: (i) novos modelos de negócios, (ii) criação de novas demandas por recursos na nuvem já implantados e (iii) demonstração do potencial de aplicações em execução remota (HUANG et al., 2013).

No entanto, a tecnologia de CG enfrenta desafios na execução, pois necessita de uma rede de alto desempenho para enviar os *frames* compactados em tempo real. Por depender da rede, a largura de banda, *delay*, latência, tempo de resposta e diversas outras características da rede têm influência direta na qualidade dos jogos. Devido a necessidade do *streaming* de vídeos HD em tempo real e interativos, os requisitos de *Quality of Service* (QoS) do CG são muito elevados. Desse modo, conexões de baixo desempenho podem apresentar diversos problemas como queda de *frame rate* (FPS), degradação da qualidade da imagem, atraso nos comandos do usuário e perda de pacote. Problemas relacionados à rede podem inviabilizar a tecnologia por não atender os requisitos de *Quality of Experience* (QoE), ou seja, a incapacidade de entregar uma boa experiência para os usuários. Contudo, diversos pesquisadores têm focado seus estudos em otimizar o desempenho do CG.

Neste trabalho desenvolvemos uma pesquisa sobre trabalhos de CG que tratam de QoE e QoS. Definimos a seguinte *string* de busca: ("cloud gaming"OR "gaming service"OR "gaming as a service"). Utilizamos a *string* nas bases *SCOPUS*, *Web of Science*, *IEEE Ex-*

plorer, *SpringerLink* e *ScienceDirect* com filtro para trabalhos de 2016 ou mais recentes. Somando as bases, a *string* nos retornou 743 trabalhos, dos quais selecionamos 68. Então aplicamos uma classificação sobre os trabalhos selecionados, para que fosse possível encontrar os mais relevantes para nosso tema. Por fim, descrevemos neste trabalho como está distribuído o foco dos pesquisadores em relação a QoE e QoS para CG.

1.1 Objetivos

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho é a definição de uma classificação dos trabalhos sobre QoE e QoS no contexto de CG que ofereça uma visão geral do foco dos pesquisadores desta área, contribuindo para a percepção de desafios em aberto e direções para futuras pesquisas.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

1. Identificar quais são as principais áreas de foco dos pesquisadores de CG e quais as abordagens de cada um;
2. Investigar quais são os problemas em aberto na literatura de CG e identificar direções para futuros trabalhos;
3. Construir uma metodologia para classificação de trabalhos que busquem desenvolver soluções de QoE e QoS para CG.

1.2 Metodologia

Para encontrar os trabalhos que abordem o tema proposto, a metodologia adotada compreende seis etapas, conforme ilustrado na Figura 1. A primeira etapa consiste na definição de uma *string* de busca padrão que possa ser utilizada em diversas bases, seguido pela segunda etapa onde de fato escolhemos quais bases serão utilizadas juntamente com a *string* de busca. Além disso, nessa etapa realizamos dois filtros entre os trabalhos retornados para selecionar apenas os mais relevantes, primeiro lendo apenas o nome e palavras-chave dos trabalhos e em seguida lendo o *abstract*. Na terceira etapa, definição das questões de pesquisa, desenvolvemos critérios para definir corretamente o foco de cada trabalho no formato de perguntas, sendo uma peça fundamental para nosso método de classificação. Na quarta etapa, leitura parcial com classificação, foi realizada uma leitura breve dos trabalhos selecionados, objetivando responder as questões definidas da forma mais breve possível. Em sequência, a quinta etapa consistiu na releitura de todos os trabalhos, porém lendo os trabalhos integralmente a fim de remover qualquer possível incerteza sobre as respostas anteriores. Por fim, a última etapa consiste na escrita deste trabalho. Caso não houvesse trabalhos suficientes com a primeira *string* de busca, realizaríamos o processo novamente, mas não foi necessário.

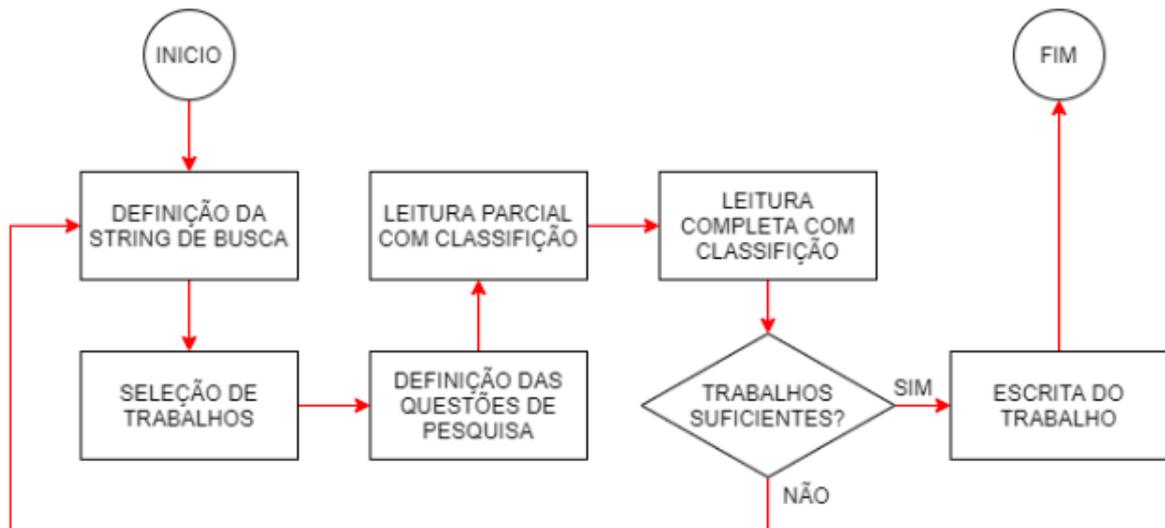


Figura 1 – UML representando o passo a passo da metodologia deste trabalho

1.3 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado em seis capítulos. O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica para o entendimento da metodologia abordada no trabalho. No Capítulo 3, são detalhados os principais trabalhos relacionados. No Capítulo 4, são detalhadas as etapas de desenvolvimento da pesquisa, iniciando pela definição das características observadas, definição de uma *string* de busca, seleção de bases e de trabalhos, filtragem dos trabalhos encontrados, classificação e análise dos dados. O Capítulo 5 apresenta e discute os resultados obtidos com a execução da metodologia proposta. E por fim, no Capítulo 6, são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

2 Referencial Teórico

2.1 *Cloud Computing*

Computação em nuvem refere-se a aplicações e serviços que são executados de forma distribuída pela rede, com recursos virtualizados e acessados por protocolos comuns da internet e padrões de rede (SOSINSKY, 2010). No entanto, é necessário definições mais específicas para cada tipo de nuvem, pois podem ser utilizadas de diversas formas. Uma separação amplamente aceita para definir o tipo de nuvem divide o conceito em duas classes: o *deployment model* e o *service model*. O *deployment model* pode ser dividido entre nuvem pública, privada, em comunidade e híbrida. O *service model* pode ser dividido em *Software as a Service* (SaaS), *Platform as a Service* (PaaS) e *Infrastructure as a Service* (IaaS) - O modelo SPI.

Mesmo com tantas divisões entre os tipos de nuvem, existem características que todas apresentam. Duas características centrais a todas são:

- **Virtualização:** A virtualização é utilizada na nuvem para que seja possível o *pooling* e *sharing* de recursos. É necessário que os recursos, físicos e virtuais, sejam alocados automaticamente de acordo com as necessidades, seja para alocar mais ou liberar os ociosos.
- **Abstração:** Permite que os usuários e desenvolvedores utilizem recursos sem que seja necessário se preocupar com os detalhes de implementação do sistema. Não é necessário saber qual o sistema utilizado pela máquina na nuvem, nem onde exatamente os dados são armazenados. A manutenção é feita por outras pessoas e é possível se conectar a qualquer momento.

2.2 Cloud Gaming

Ross (2009) foi o primeiro a introduzir jogos na nuvem na academia. O autor retrata os jogos na nuvem como um *cloud computing killer app*. Ele descreve o novo paradigma de jogos proposto pela *Advanced Micro Devices* (AMD), como um serviço que renderiza as cenas dos jogos, comprime-as, e as entrega para os usuários através da internet. Essa abordagem permite o *offloading* para a nuvem das tarefas complexas de renderização que os jogos precisam, evitando que os usuários precisem de *hardware* especializado para jogos. É a abordagem mais utilizada pelos pesquisadores da área. Outra definição mais geral foi proposta por Mishra et al. (2014), que pensa nos jogos na nuvem como a utilização dos

recursos elásticos e abundantes da nuvem para prover performance nos jogos por meio de renderização, tempo de resposta, precisão e justiça

Existe mais de uma abordagem para jogos na nuvem. A já descrita neste trabalho é chamada de *Remote Renderer*, por conta do *offloading* da renderização. Sua arquitetura está ilustrada na Figura 2. Outra arquitetura de CG é o *Local Renderer*, que delega para a nuvem apenas a emissão de instruções de *display* de acordo com a lógica do jogo, mas renderizar fica a cargo do cliente. Por fim, há também uma terceira via chamada *Cognitive Resource Allocation*, que nada mais é que uma forma híbrida entre as outras abordagens. O *Cognitive Resource Allocation* analisa o ambiente para escolher o meio de renderização mais eficiente no momento (CAI; CHEN; LEUNG, 2014). No entanto, o método de *Local Renderer* não é viável para dispositivos mais simples como celulares. Além disso, também necessita de adaptação na maneira como os jogos são renderizados. Por ser a arquitetura mais abordada nos trabalhos da área, neste trabalho também optamos por focar no *Remoto Renderer*.

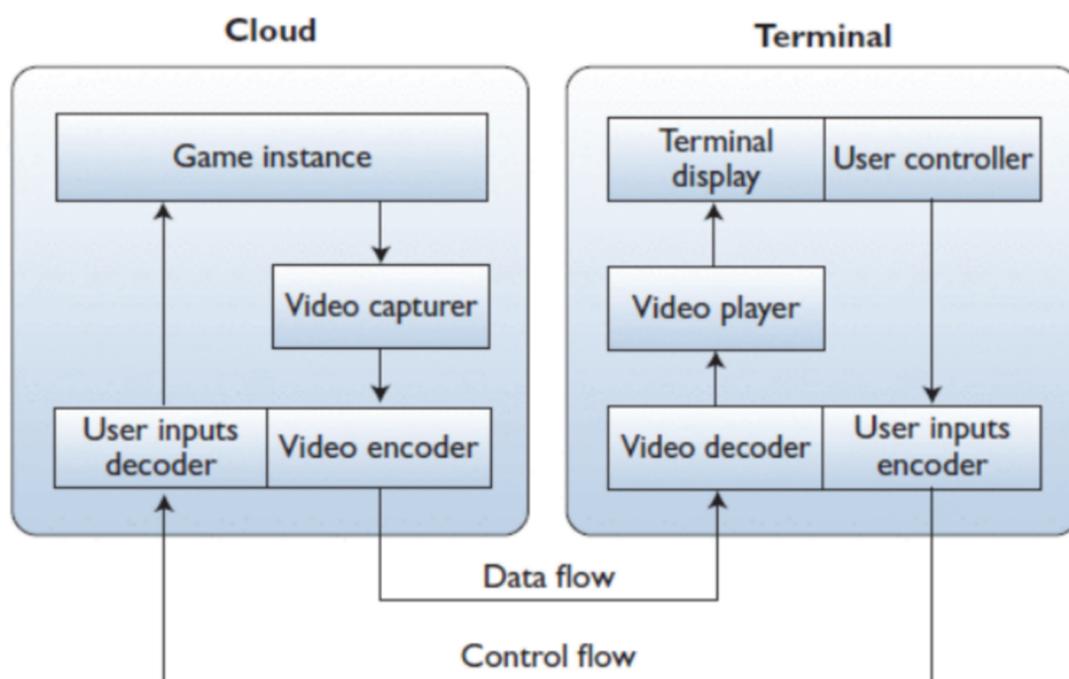


Figura 2 – Arquitetura da abordagem *Remote Renderer*. Fonte: (CAI; CHEN; LEUNG, 2014)

2.3 Métricas

No Capítulo 5 deste trabalho apresentamos as métricas mais utilizadas em cada trabalho, mas para melhor entendimento do leitor, explicaremos nesta seção o que as 3 principais métricas significam, o que medem e como são calculadas. Além disso, explicitaremos a aplicabilidade das mesmas no contexto de CG. Em adição, há uma distinção entre métricas de natureza objetiva, que podem ser aferidas diretamente por meio de cálculos,

e métricas subjetivas, que buscam traduzir para a linguagem de números os eventos que não podem ser diretamente calculados.

2.3.1 Delay

Segundo Burgess (2004), o *delay* (ou latência) refere-se ao tempo total gasto para que um quadro de informações (*frame*) emitido por um agente da rede chegue até seu destino. Esse tempo é o somatório dos tempos de processamento e de propagação da informação pela rede. Para que o *delay* possa ser medido, um *frame* marcado com um *timestamp* inicial é enviado ao destinatário e, ao chegar ao seu destino, deve ser marcado novamente por um *timestamp* final. Entenda *timestamp* como uma marca temporal indicando o exato momento em que um evento ocorreu. A variação de tempo entre o *timestamp* inicial e final é o que chamamos de *delay*, que normalmente é medida em milissegundos (ms).

Através do *delay*, podemos derivar uma série de outras métricas, como o *round-trip-time* (RTT), que mede o tempo de ida e volta do *frame*, ou seja, o tempo desde o envio da origem até a chegada da resposta enviada de volta pelo destinatário. Também há o *jitter*, que mede a variação média do *delay* a cada segundo em comunicações contínuas. Por serem derivados do *delay*, também são medidos em ms. Note que o *delay* e seus derivados devem ser entendidos como métricas objetivas, pois podem ser medidas diretamente, no caso, através de uma simples contagem de tempo.

No contexto de CG o *delay* é importante no momento em que o usuário envia comandos que o servidor deve aplicar ao jogo, e também no envio da resposta contendo as imagens renderizadas. O *delay* é um fator determinante de QoS e QoE, pois um alto *delay* causará atrasos nos comandos do usuário. Para cada gênero de jogo a tolerância dos usuários com o *delay* é diferente, mas um valor seguro para garantir qualidade é não mais que 100 ms.

2.3.2 Bitrate

O *bitrate* é a quantidade de bits transmitidos dentro de 1 segundo, expresso em bits por segundo (bit/s) (GUPTA, 2006) Pode ser utilizado para medir a quantidade de dados enviados pela rede, mas também para medir a qualidade do vídeo gravado por uma câmera. Para exemplificar, considere que uma câmera grava 30 *frames* por segundo, sendo que cada *frame* possui 1920 x 1080 *pixels* com 36 bits em cada *pixel*. Realizando simples multiplicações, chegamos ao resultados de que cada *frame* teria cerca de 71 Mb, ou seja, 2 Gbps contando os 30 *frames*. Claramente o tamanho original do arquivo é inviável para envio e até mesmo para armazenamento na maioria dos cenários. Por conta disso, o vídeo deve ser comprimido antes do envio, o que pode ser feito através de CODECs.

O CODEC é um tipo de programa que busca diminuir a quantidade de informações de um arquivo evitando perda perceptível de qualidade. Pode ser utilizado em vídeos, imagens e em áudios também. Por exemplo, o CODEC H.264 é capaz de reduzir o tamanho

original do arquivo em uma relação 2000:1 de seu tamanho original sem perda perceptível de qualidade, o que no nosso exemplo acima de 2 Gbps seria aproximadamente 1 Mbps. Além disso, pode ser utilizado em aplicações de *streaming* em tempo real. Por conta dessas qualidades o CODEC H.264 se tornou o padrão industrial.

No contexto de CG, o *bitrate* é também um valor determinante para o QoS e QoE, pois refere-se diretamente a quantidade de informações que serão enviadas ao cliente. Além disso, determina qual deve ser o desempenho da rede dos usuários para utilizar o serviço com garantia de qualidade. Hoje um valor adequado está em torno de 50 Mbps. Note também que, assim como o *delay*, o *bitrate* é uma métrica objetiva, pois pode ser calculado diretamente pela contagem de bits enviados por segundo.

2.3.3 MOS

Por fim, temos o *Mean Opinion Score* (MOS). Assim como diz o nome, o MOS é uma pontuação média de valores em uma escala pré-definida atribuída pelos usuários a um componente de um sistema (STREIJL; WINKLER; HANDS, 2016). Costumeiramente essa escala contém valores de 1 a 5, que correspondem às classificações: excelente, bom, regular, ruim e horrível. Os usuários devem ser submetidos a um questionário avaliativo durante ou após uma sessão de *gameplay* em CG para dar uma nota a cada componente do sistema (qualidade da imagem, fluidez da imagem, percepção de atraso, etc.). A média será o MOS.

No entanto, não há uma única maneira de utilizar o MOS. Embora a definição apresentada seja a mais popular, é possível que as escalas usadas em cada trabalho sejam diferentes. Além disso, há variações que sequer utilizam questionários, pois apresentam outras formas de calcular o MOS através da relação entre outras métricas, como o próprio *delay* e *bitrate* já discutidos anteriormente. Por conta disso, o MOS pode ser subjetivo nos casos em que utiliza consultas direcionadas aos usuários, ou objetivo quando calculado através de outras métricas objetivas.

3 Trabalhos Relacionados

A área de CG tem demonstrado grande relevância nos últimos anos, recebendo atenção tanto da academia quanto do mercado. Por conta disso, a literatura dispõe de diversos *surveys* relacionados a CG, cada trabalho com um diferente foco e objetivo.

Pesquisas recentes aplicaram metodologias de classificação sobre trabalhos de CG, buscando entender quais problemas estão sendo atacados pelos pesquisadores da área, além das soluções propostas. Cai et al. (2016) buscou classificar diversos trabalhos sobre CG até 2016 nas seguintes classes: (i) *Cloud Gaming Overview*, *Cloud Gaming Platforms*, *Optimizing Cloud Gaming Platforms* e *Commercial Cloud Gaming Services*. Assim como neste trabalho, foram analisados trabalhos a respeito de *QoE* e *QoS*. No entanto, por se tratar de um trabalho mais genérico, não houve aprofundamentos nesta questão além da descrição dos trabalhos abordados.

Existem outros *surveys* que buscam na literatura maior aprofundamento sobre *QoE* e *QoS*, como no trabalho de Ladewig, Lins e Sunyaev (2019), que tem por objetivo estabelecer uma certificação de qualidade para CG baseado nos trabalhos encontrados sobre este mesmo assunto; do mesmo modo, Laghari et al. (2019) busca trabalhos que abordem *QoE* e *QoS*, porém com maior foco em diferentes modelos de CG, e também endereçam melhorias para modelos futuros. É notável a intersecção entre o presente trabalho e os últimos citados, porém é também clara a diferença no foco de buscas e objetivo em cada um. Enquanto neste trabalho buscamos todos os tipos de trabalhos relacionado a *QoE* e *QoS*, em Ladewig, Lins e Sunyaev (2019) apenas trabalhos sobre certificados de qualidade são abordados, e em Laghari et al. (2019) apenas trabalhos que abordem desempenho de diferentes modelos de CG.

No *survey* de Hosseini (2017) o foco está em técnicas já desenvolvidas na literatura para aprimoramento da latência e largura de banda, mais especificamente em jogos *multiplayer* como os MMOs (*Massive Multiplayer Online*). O objetivo destes trabalhos é a melhoria do *QoE* e *QoS* de jogos na nuvem, ainda que isso não seja dito explicitamente. Já em Gharsallaoui, Hamdi e Kim (2014) são apresentadas as plataformas de CG encontradas na literatura da época, nomeadamente o *Gaikai*, *StreamMyGame*, *OnLive* e *GamingAnywhere*. São tratadas questões de *QoE* e *QoS* no trabalho, mas apenas para fins comparativos entre as plataformas citadas.

Na Tabela 1 apresentamos 5 trabalhos relacionados a este. A coluna **Objetivo** apresenta qual o objetivo geral de cada trabalho, ou seja, o que esperava-se fazer com os trabalhos encontrados na pesquisa. A coluna **Escopo da pesquisa** apresenta qual o objetivo comum entre os trabalhos da literatura que o *survey* em questão analisou. Por fim, a coluna **Ano mais recente** informa qual o ano dos trabalhos mais recentes analisados pelo *survey*.

Tabela 1 – Resumo dos trabalhos relacionados.

Trabalhos	Objetivo	Escopo da pesquisa	Ano mais recente
Ladewig, Lins e Sunyaev (2019)	Criar certificado de qualidade para CG	Certificação de qualidade na nuvem	2019
Laghari et al. (2019)	Comparar desempenho de modelos de CG e propor melhorias	Análise de desempenho de modelos de CG	2019
Hosseini (2017)	Propor melhorias para as soluções apresentadas	Soluções para latência e largura de banda para CG com foco em MMOs	2017
Cai et al. (2016)	Classificar trabalhos de CG	Qualquer trabalho sobre CG	2016
Gharsallaoui, Hamdi e Kim (2014)	Comparar desempenho de plataformas de CG	Introdução de plataformas de CG	2014
Este trabalho	Analisar tendências de pesquisa e problemas em aberto no campo de pesquisa de CG	Qualquer trabalho sobre CG com foco em <i>QoE</i> e <i>QoS</i>	2021

Com base nos trabalhos expostos na Tabela 1, vemos que não há nenhum outro *survey* sobre CG que aborda trabalhos do mesmo período, entre 2016 e 2021. Além disso, não há outro trabalho que foque em QoS e QoE, especificamente, no âmbito de CG. Sendo assim, este trabalho preenche esta lacuna identificada na literatura.

4 Jogos para Nuvem

Este trabalho propõe uma revisão de literatura focada em trabalhos de CG com ênfase em *QoE* e *QoS* a fim de entender qual o principal foco dos pesquisadores e quais são os problemas em aberto. Ainda, inspirados por uma lacuna identificada na literatura, este trabalho propõe um método de classificação para trabalhos de CG.

4.1 Questões de Pesquisa

Para realizar a classificação dos trabalhos selecionados, primeiro foi necessário analisar quais características observaríamos em cada trabalho. Nossa análise resultou em um conjunto de 9 perguntas, que após respondidas podem nos informar a natureza de cada trabalho. A seguir, as perguntas que desenvolvemos:

1. Qual o tipo de nuvem abordado?
2. Foca na perspectiva de usuário ou provedor?
3. Qual o tipo de solução proposto?
4. Qual o objetivo do trabalho?
5. Qual o problema abordado?
6. Quantas e quais são as métricas utilizadas?
7. Que tipo de métricas são essas?
8. As métricas afetam o QoE de forma objetiva ou subjetiva?
9. Computação centralizada ou distribuída?

Nossa leitura de cada trabalho selecionado foi guiada no sentido de responder a cada uma dessas perguntas. Dessa forma, pudemos ter uma visão de quantas e quais são as áreas de foco dos pesquisadores no campo de CG, além de entender a distribuição de trabalhos em cada área específica. Como para a maioria das perguntas não definimos inicialmente todas as respostas possíveis, a leitura nos permitiu identificar várias classes de trabalhos para cada pergunta. As classes mais recorrentes são as seguintes:

Tabela 2 – Perguntas e classes para classificação de trabalhos de CG.

Pergunta	Classes
1ª pergunta	Cloud, Multiple Cloud, Mobile Cloud, Fog Computing, Edge Computing e Outros
2ª pergunta	Usuário e Provedor
3ª pergunta	Codec, Algoritmos de Otimização, Técnica de Medição, Arquitetura, Framework e Outros
4ª pergunta	Melhorar QoE e Diminuir Custo do Provedor
5ª pergunta	Compressão de Vídeo, Seleção de Servidor, Medição de Métricas, Otimização de Métricas, Alocação de Recursos, Análise de Sensibilidade, Otimização de uso da CPU e/ou GPU e Outros
6ª pergunta	Uma métrica, Mais de uma métrica ou Nenhuma. (relação de métricas)
7ª pergunta	Métrica de Rede, Métrica de imagem e vídeo, Custo computacional, Feedback subjetivo e Custo monetário
8ª pergunta	Objetivo e Subjetivo
9ª pergunta	Centralizado e Distribuído

4.2 Aquisição de Trabalhos

Inicialmente definimos a *string* de busca da seguinte forma: ("cloud gaming"OR "gaming service"OR "gaming as a service"). Em seguida, foram selecionadas cinco bases de trabalhos acadêmicos para aplicar a *string*: SCOPUS, Web of Science, IEEE Explorer, SpringerLink, ScienceDirect e IOPScience. Todas são bases reconhecidas e confiáveis, e todas retornaram diversos trabalhos. No entanto, alguns eram repetidos. Aliás, todos os trabalhos encontrados na SCOPUS e Web of Science estão também presentes em pelo menos uma das demais. Ao todo, tivemos 748 trabalhos retornados.

Como explicado na Seção 1.2, realizamos duas filtragens dos trabalhos retornados, primeiro lendo os títulos e buscando por palavras-chave que fossem relacionadas com CG, QoE e QoS. Após isso, lemos também o *abstract* para entender melhor se a proposta dos trabalhos se enquadravam no nosso tema. Isso para que apenas os mais aderentes ao tema fossem considerados. Dessa forma, apenas 68 (APÊNDICE A, Tabela 6) foram selecionados. A seguir, a Tabela 3 apresenta a distribuição de trabalhos selecionados por base:

Tabela 3 – Distribuição dos trabalhos selecionados por base

Base	Quantidade de Trabalhos
IEEE	41
ACM	17
SpringerLink	6
ScienceDirect	3
IOPScience	1

5 Avaliação QoE e QoS

Este capítulo apresenta e discute os resultados alcançados a partir da execução da metodologia proposta neste trabalho para a classificação de trabalhos e análise de tendências, como apontado no Capítulo 4.

5.1 Distribuição de Trabalhos por Pergunta

Para extrair informações úteis das tabelas de classificação e torná-las legíveis, contamos as quantidades de trabalhos em cada classificação de cada pergunta e, em seguida, cruzamos as contagens entre as perguntas. Nesta seção apresentamos a distribuição de trabalhos em cada classe das perguntas 4, 6 e 9. As demais perguntas serão abordadas junto aos cruzamentos na Seção 5.2.

A Figura 3 apresenta a quantidade de trabalhos que utilizaram cada métrica, sendo que um mesmo trabalho pode utilizar diversas métricas. O gráfico leva em conta apenas as métricas que foram utilizadas em pelo menos dois trabalhos. Podemos observar que o *Delay* é a métrica mais frequente dentre os trabalhos, o que pode indicar que problemas de atraso na conexão com os servidores ainda são um tema muito relevante para a área de CG.

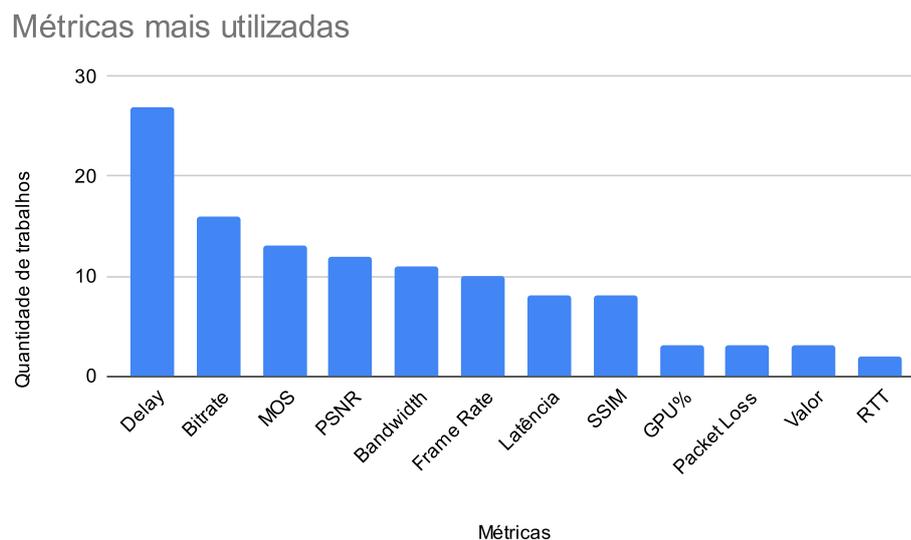
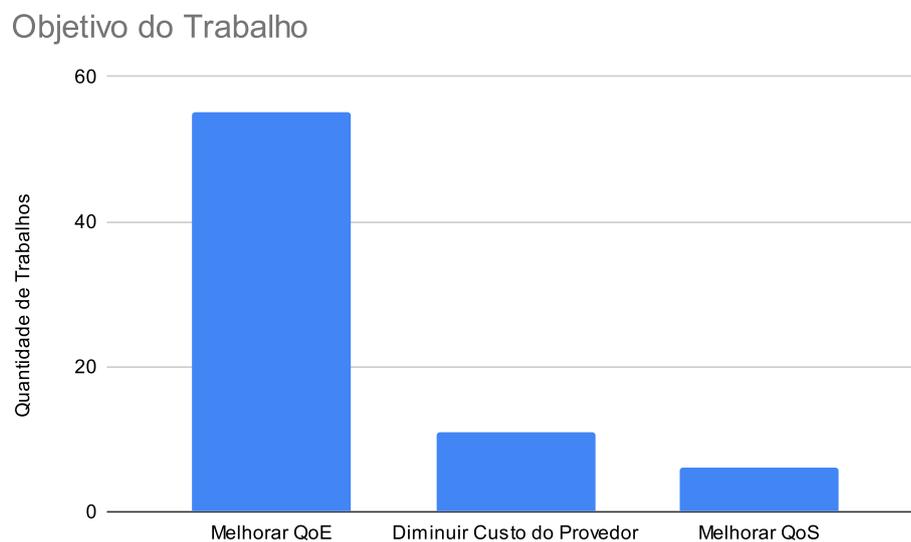


Figura 3 – Gráfico de barras das métricas mais utilizadas.

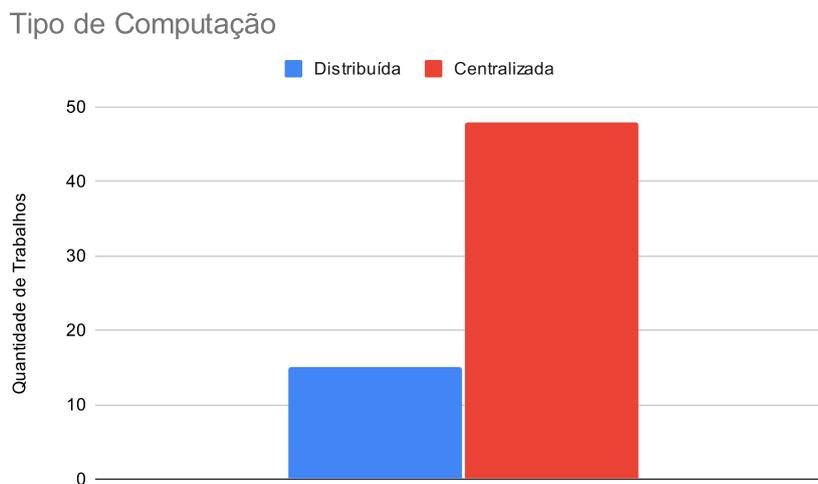
Ainda na Figura 3 podemos observar que a segunda e terceira métricas com maior frequência são *Bitrate* e *MOS* (*Mean Opinion Score*). O *Bitrate* é objetivo e impacta diretamente na qualidade da imagem enviada para o usuário. Já o *MOS* é subjetivo, pois é uma pontuação de satisfação dada diretamente pelo usuário ao final de uma seção de

gameplay. Podemos interpretar que há grande preocupação com a percepção de qualidade do usuário no campo de pesquisa de CG.

Na Figura 4a podemos observar as respostas da pergunta 4, que representa o objetivo principal dos trabalhos lidos. A grande maioria busca melhorar o *QoE* do serviço de CG, o que corrobora com a observação feita anteriormente na Figura 3. O foco na qualidade da experiência do usuário em detrimento da diminuição de custos do provedor denota uma tecnologia ainda em seus estágios iniciais, onde a maior preocupação é torná-la utilizável. Inclusive, vemos na Figura 4b que a maioria dos trabalhos utilizam computação centralizada, visto que computação distribuída adiciona mais complexidade ao sistema. Dessa forma, podemos entender que a maioria dos pesquisadores buscam tornar a arquitetura centralizada mais sólida.



(a) Distribuição de objetivos dos trabalhos.



(b) Distribuição do tipo de computação utilizado.

Figura 4 – Respostas da pergunta 4 e 9

5.2 Cruzamento da Classificação de Trabalhos

Os dados que adquirimos com os cruzamentos foram utilizados para construir gráficos de bolhas, onde é possível identificar quais características de cada trabalho estão relacionadas. O gráfico da Figura 5 apresenta a intersecção entre as perspectivas de cada trabalho, sendo P1 a perspectiva de usuário e P2 a perspectiva de provedor. Cada bolha representa a intersecção entre uma perspectiva e uma solução, sendo que a cor representa um tipo de solução, enquanto o tamanho de cada bolha representa a quantidade de trabalhos da intersecção.

Na Figura 5 podemos observar que temos quase 60 trabalhos focados na perspectiva do usuário (bolhas de P1 mais elevadas no eixo Y) enquanto apenas cerca de 20 trabalhos focam no provedor. Também podemos notar que todas as bolhas de P1 são maiores que de P2, também denotando a maior quantidade de trabalhos focados no usuário em cada intersecção. Por fim, as categorias outros e algoritmos de otimização apresentaram maior quantidade de trabalhos (bolhas mais à direita no eixo X). Visto que a categoria outros representam diversos tipos de solução, podemos afirmar que o tipo de solução mais frequente é o de algoritmos de otimização.

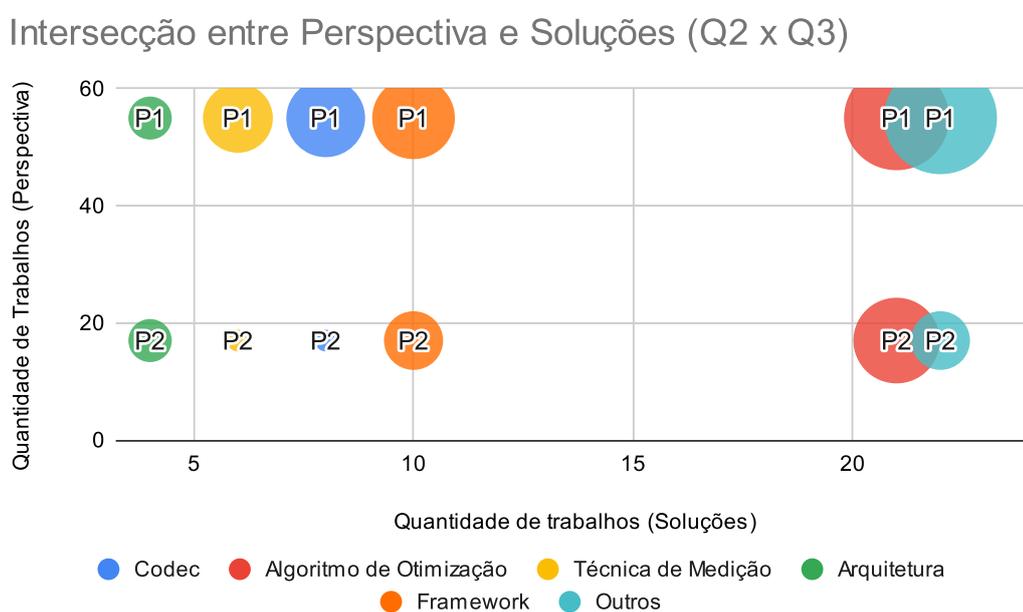


Figura 5 – Gráfico de bolhas das perguntas 2 e 3.

Na Figura 6 vemos a intersecção entre as perguntas 2 e 3. Novamente temos P1 como perspectiva de usuário e P2 como perspectiva de provedor. Porém agora podemos observar em que tipo de problema os pesquisadores têm aplicado seus estudos. Sendo assim, as bolhas verdes representam a maior parte dos trabalhos e se referem ao problema de otimização de métricas, ou seja, que buscam utilizar de soluções diversas para que uma ou mais variáveis de interesse atinjam uma melhora em relação a algum referencial. Como

a bolha verde de P1 é maior, também observamos que os trabalhos de otimização focam na melhora do *QoE*, pois focam no usuário. Da mesma forma, as bolhas amarelas nos revelam que a maioria dos trabalhos que apenas medem métricas se preocupam mais com o usuário.

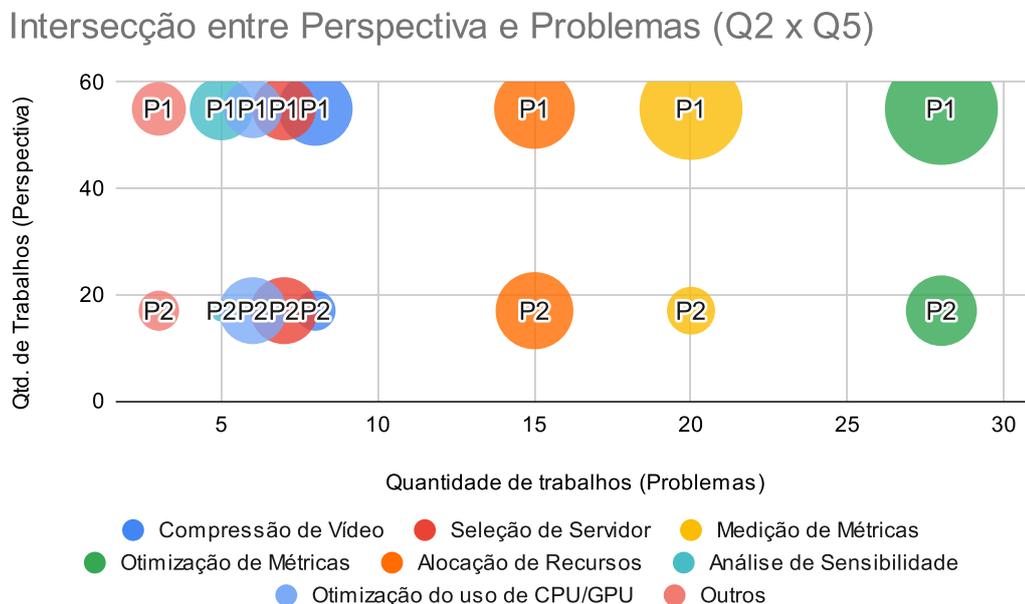


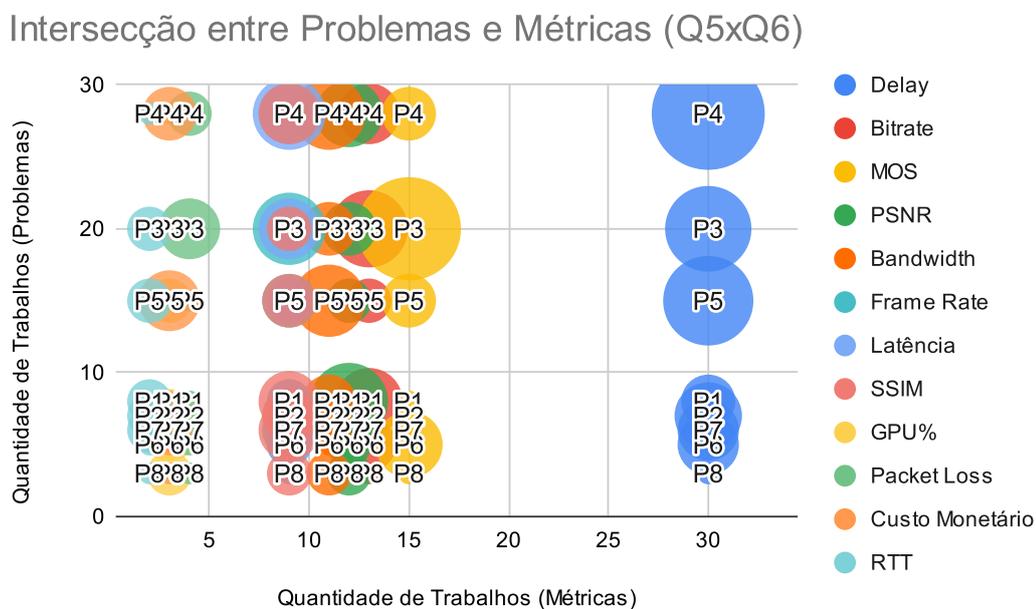
Figura 6 – Gráfico de bolhas das perguntas 2 e 5.

Na Figura 7 temos a complementação da Figura 6 e podemos entender exatamente qual a relação entre tipo de problema e métricas utilizadas. Como há uma grande quantidade de pontos na figura, observe a Tabela 4 para relacionar corretamente o que cada ponto representa. Também para facilitar a leitura, adicionamos a Sub-figura 7b que não contém o nome de cada bolha para que o tamanho e posição das bolhas que se sobrepõem sejam visíveis.

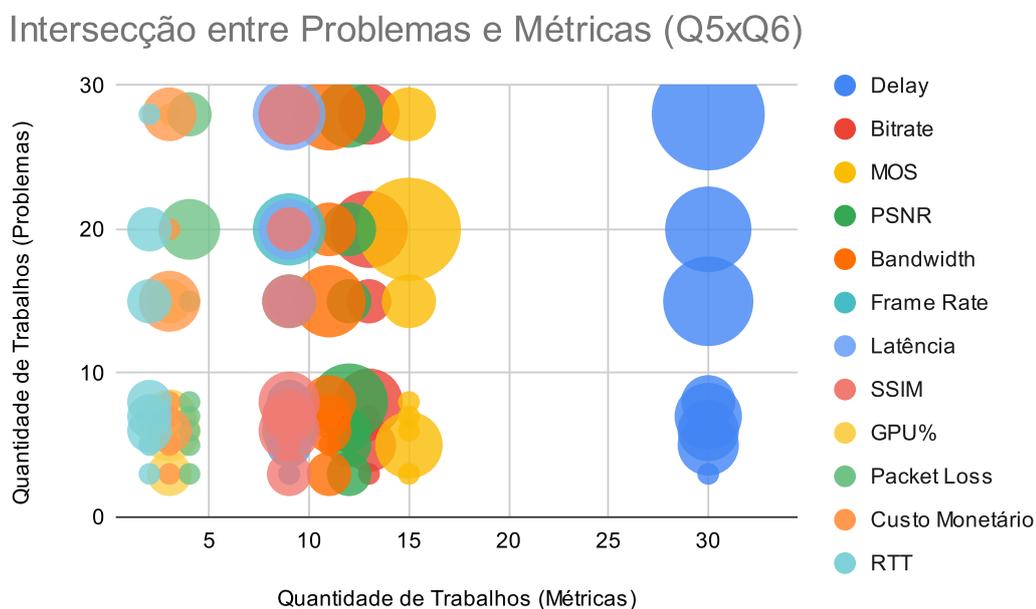
Para iniciar a análise, observe no canto superior direito da Figura 7 a maior bolha azul do gráfico marcada com P4. Esta bolha nos informa que a maioria dos trabalhos que otimizam métricas focam em *delay*, o que segue a linha das afirmações feitas através dos gráficos anteriores. O *delay* também é a métrica mais utilizada em trabalhos de alocação de recursos, tipo de trabalho que normalmente envolve algoritmos de otimização para problemas *NP-hard*.

Seguindo com a análise, temos uma novidade através da bolha amarela P3, que nos informa que a maioria dos trabalhos sobre medição de métricas utilizam o MOS seguido do *delay* e *bitrate*. Podemos presumir que os trabalhos de medição normalmente buscam medir a experiência do usuário através de diversos cenários em conjunto com outras métricas controladas. Dessa forma é possível entender como a experiência do usuário é afetada por quedas na qualidade da imagem ou pelo atraso nos comandos.

Na Figura 7 também é possível observar que nos trabalhos sobre compressão de vídeo o PSNR (*Peak Signal-to-Noise Ratio*) é a métrica mais utilizada (bolha verde P1) seguido do *bitrate* e SSIM (*Structural Similarity Index Measure*), todas se referem a qualidade da imagem.



(a) Com pontos.



(b) Sem pontos.

Figura 7 – Gráfico de bolhas das perguntas 5 e 6.

Como há muitas métricas diferentes, agregamos todas em cinco grupos apresentados na Figura 8, juntamente a uma intersecção com os tipos de soluções propostas. Para associar corretamente os pontos da figura, veja a Tabela 4.

Tabela 4 – Relação dos pontos da Figura 7 e 9.

Ponto	Problema
P1	Compressão de vídeo
P2	Seleção de servidor
P3	Medição de métricas
P4	Otimização de métricas
P5	Alocação de recursos
P6	Análise de sensibilidade
P7	Otimização de uso da CPU e/ou GPU
P8	Outros

Tabela 5 – Relação dos pontos da Figura 8.

Pontos	Solução
S1	Codec
S2	Algoritmos de otimização
S3	Técnicas de medição
S4	Arquitetura
S5	Framework
S6	Outros

Assim como temos visto nos últimos gráficos, as métricas de rede têm grande destaque na área de CG, seguidas das métricas de imagem/vídeo. Sendo a categorias outros e algoritmos de otimização seus principais usuários (S6 e S2, respectivamente). Também podemos observar que as métricas de custo computacional e de custo monetário não recebem muita atenção dos pesquisadores, podendo significar que há um campo aberto para pesquisas do tipo.

Também temos um indicativo de que, por mais que o usuário seja o foco da maioria dos trabalhos, a maioria também tende a buscar formas objetivas de avaliar a *QoE* juntamente ao fator subjetivo, evidenciado pelas métricas de *feedback* subjetivo terem menos foco na maioria dos tipos de solução.

Intersecção entre Soluções e Tipos de Métrica (Q3xQ7)

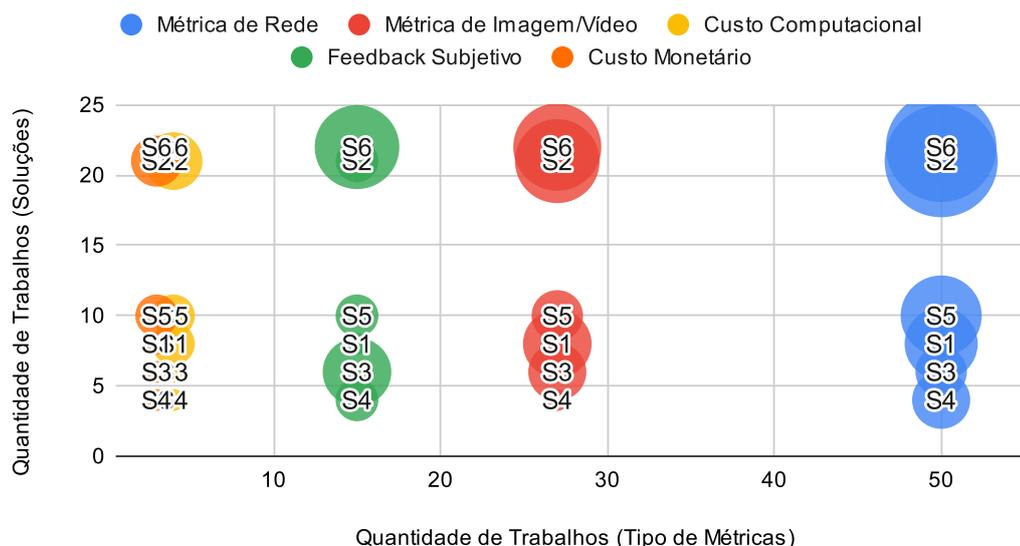


Figura 8 – Gráfico de bolhas das perguntas 3 e 7.

No entanto, em trabalhos de técnicas de medição (S3) podemos notar um maior foco nestas métricas de *feedback* subjetivo. Então, podemos interpretar que a maioria das

técnicas novas de medição apresentadas buscam novas formas de quantificar o *QoE*, visto que a maioria dos trabalhos que utilizam MOS também apresentam uma maneira própria de calculá-lo. Portanto, ainda não há um consenso sobre a melhor maneira de medir *QoE*, o que é esperado quando lidamos com fatores subjetivos.

Há ainda outra maneira de visualizarmos a preferência por análises objetivas do *QoE*. Na Figura 9 realizamos a intersecção entre os problemas abordados e os fatores que afetam o *QoE* considerados em cada trabalho. Novamente, veja a Tabela 4 para assimilar corretamente os pontos.

Na Figura 9 vemos a distância entre a quantidade de trabalhos com foco em fatores objetivos e em fatores subjetivos. Apenas nos trabalhos de medição de métricas temos um maior foco na questão subjetiva, que como vimos anteriormente, se apoia no fato destes trabalhos estarem propondo novas formas de realizar medições de fatores subjetivos.

Intersecção entre Problemas e Fatores que afetam o QoE (Q5xQ8)

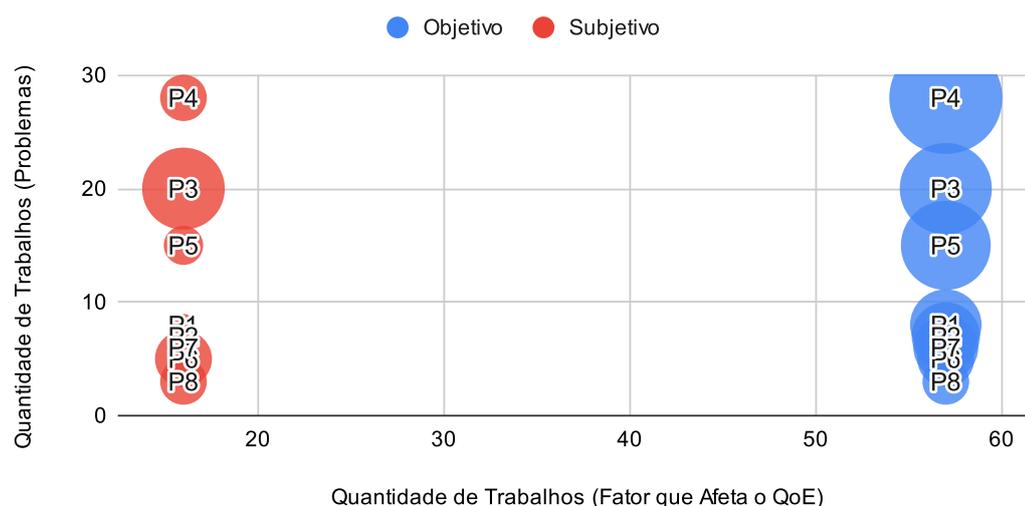


Figura 9 – Gráfico de bolhas das perguntas 5 e 8.

Por fim, também devemos observar lacunas abertas na literatura, ou seja, assuntos que não foram abordados. Dentre os trabalhos analisados neste *survey*, nenhum apresentou uma solução semelhante ao *Gaming Anywhere* (HUANG et al., 2013). Por conta disso, podemos inferir que não houve novas tentativas de criar plataformas *open source* de CG. Esse fato representa uma fragilidade para todos os trabalhos deste campo de pesquisa, pois cada pesquisador utiliza de ambientes *ad-hoc* para realizar seus testes. Isso gera dificuldades na reprodução de resultados tanto para o próprio pesquisador quanto para seus pares, além de em muitos casos as soluções não serem testadas de fato em um ambiente de CG.

6 Conclusão

Este trabalho apresentou uma abordagem para a classificação de trabalhos sobre CG que abordassem *QoE* e *QoS*, além de realizar uma análise de tendência sobre o foco das pesquisas na área. Observamos que há forte inclinação dos pesquisadores para trabalhos com foco na experiência do usuário, porém utilizando métricas objetivas. No entanto, também identificamos um crescente interesse em novas técnicas de medição para métricas subjetivas de qualidade como o MOS. Por fim, identificamos uma lacuna na literatura a respeito de plataformas *open source* de CG para fins de pesquisa.

Em relação a classificação obtida e a análise realizada, é possível notar que de fato os resultados foram úteis para ajudar a compreender a situação geral do campo de pesquisa de CG com foco em *QoE* e *QoS*. Através da análise foi possível identificar o grande foco dos pesquisadores na perspectiva do usuário em detrimento dos custos do provedor, o que pode indicar que a tecnologia de CG ainda necessita de amadurecimento para se tornar plenamente utilizável pelos usuários. Também notamos que há pesquisas com foco na criação de novos métodos de medição para métricas subjetivas, o que nos indica que ainda não há um consenso em qual a melhor maneira de medir métricas dessa natureza. Além disso, a maioria dos trabalhos que utilizam métricas subjetivas atualmente apresentam também suas próprias maneiras de as calcular. Ainda, vimos que há espaço para novas análises utilizando estes mesmos dados, visto que não realizamos a análise exaustiva de todos os gráficos. Portanto, concluímos que nosso método de classificação é eficaz em identificar tendências no campo de pesquisas de CG.

A principal limitação deste trabalho foi a janela de tempo considerada entre 2016 e 2021 para obtenção de trabalhos, o que poderia ter melhorado a análise e possivelmente encontrado trabalhos com novos direcionamentos, ou talvez soluções para problemas existentes. Além disso, não realizamos a análise exaustiva dos gráficos gerados, voltando nossa atenção apenas nos destaques em cada situação. Em vista disso, destaca-se possíveis trabalhos futuros:

- Realizar nova análise com trabalhos a partir do ano de 2022;
- Investigar a viabilidade técnica e requisitos para a criação de uma nova ferramenta *open source* de CG;
- Desenvolver uma plataforma *open source* de CG para fins de pesquisa; e
- Utilizar a plataforma desenvolvida para realizar testes de desempenho em diferentes cenários e adaptar soluções de desempenho apresentadas em outros trabalhos para que funcionem nesta plataforma;

Referências

- ABOUTORABI, S. J. S.; REZVANI, M. H. A self-organizing price-based mechanism for frame rate optimization in cloud gaming networks considering quality of experience. In: . [S.l.]: IEEE, 2018. p. 51–60. ISBN 978-1-7281-1114-8. Citado na página 39.
- AHMADI, H. et al. A skill-based visual attention model for cloud gaming. *IEEE Access*, IEEE, v. 9, p. 12332–12347, 2021. Citado na página 38.
- AMIRI, M.; OSMAN, H. A.; SHIRMOHAMMADI, S. Game-aware bandwidth allocation for home gateways. In: . [S.l.]: IEEE, 2017. p. 1–3. ISBN 978-1-5090-5038-3. Citado na página 40.
- AMIRI, M.; OSMAN, H. A.; SHIRMOHAMMADI, S. Resource optimization through hierarchical sdn-enabled inter data center network for cloud gaming. In: . [S.l.]: ACM, 2020. p. 166–177. ISBN 9781450368452. Citado na página 38.
- AMIRI, M. et al. Toward delay-efficient game-aware data centers for cloud gaming. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, v. 12, p. 1–19, 12 2016. ISSN 1551-6857. Citado na página 40.
- ANAND, B.; WENREN, P. Cloudhide. In: . [S.l.]: ACM, 2017. p. 144–152. ISBN 9781450354165. Citado na página 39.
- BARMAN, N. et al. An evaluation of video quality assessment metrics for passive gaming video streaming. In: . [S.l.]: ACM, 2018. p. 7–12. ISBN 9781450357739. Citado na página 39.
- BASIRI, M.; RASOOLZADEGAN, A. Delay-aware resource provisioning for cost-efficient cloud gaming. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, IEEE, v. 28, n. 4, p. 972–983, 2016. Citado na página 40.
- BURGESS, N. Rfc 2544 testing of ethernet services in telecom networks. *White paper*, 2004. Citado na página 17.
- CAI, W.; CHEN, M.; LEUNG, V. C. Toward gaming as a service. *IEEE Internet Computing*, IEEE, v. 18, n. 3, p. 12–18, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 8, 12 e 16.
- CAI, W. et al. Toward multiplayer cooperative cloud gaming. *IEEE Cloud Computing*, v. 5, p. 70–80, 9 2018. ISSN 2325-6095. Citado na página 39.
- CAI, W. et al. A survey on cloud gaming: Future of computer games. *IEEE Access*, v. 4, p. 7605–7620, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.
- CHAN, K.-L. et al. A hybrid game contents streaming method: Improving graphic quality delivered on cloud gaming. In: _____. [S.l.: s.n.], 2016. p. 149–160. Citado na página 40.
- CHANG, W.-C.; WANG, P.-C. A write-operation-adaptable replication system for multiplayer cloud gaming. In: . [S.l.]: IEEE, 2017. p. 334–339. ISBN 978-1-5090-5569-2. Citado na página 40.

CHEN, D.-Y.; EL-ZARKI, M. Impact of information buffering on a flexible cloud gaming system. In: . [S.l.]: IEEE, 2017. p. 1–6. ISBN 978-1-5090-5038-3. Citado na página 40.

CHEN, D.-Y.; EL-ZARKI, M. A framework for adaptive residual streaming for single-player cloud gaming. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, v. 15, p. 1–23, 4 2019. ISSN 1551-6857. Citado na página 38.

CHEN, H. et al. Learned resolution scaling powered gaming-as-a-service at scale. *IEEE Transactions on Multimedia*, v. 23, p. 584–596, 2021. ISSN 1520-9210. Citado na página 38.

CHEN, H. et al. T-gaming: A cost-efficient cloud gaming system at scale. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, v. 30, p. 2849–2865, 12 2019. ISSN 1045-9219. Citado na página 39.

CHEN, Y.; LIU, J.; CUI, Y. Inter-player delay optimization in multiplayer cloud gaming. In: . [S.l.]: IEEE, 2016. p. 702–709. ISBN 978-1-5090-2619-7. Citado na página 40.

CHEN, Y.-J.; HUNG, C.-Y.; CHIEN, S.-Y. Distributed rendering: Interaction delay reduction in remote rendering with client-end gpu-accelerated scene warping technique. In: . [S.l.]: IEEE, 2017. p. 67–72. ISBN 978-1-5386-0560-8. Citado na página 40.

CHUAH, S.-P.; CHEUNG, N.-M.; YUEN, C. Layered coding for mobile cloud gaming using scalable blinn-phong lighting. *IEEE Transactions on Image Processing*, v. 25, p. 3112–3125, 7 2016. ISSN 1057-7149. Citado na página 40.

DAMME, S. V. et al. A low-complexity psychometric curve-fitting approach for the objective quality assessment of streamed game videos. *Signal Processing: Image Communication*, v. 88, p. 115954, 10 2020. ISSN 09235965. Citado na página 38.

DHIB, E. et al. Modeling cloud gaming experience for massively multiplayer online games. In: . [S.l.]: IEEE, 2016. p. 381–386. ISBN 978-1-4673-9292-1. Citado na página 40.

DINAKI, H. E.; SHIRMOHAMMADI, S. Gpu/qoe-aware server selection using metaheuristic algorithms in multiplayer cloud gaming. In: . [S.l.]: IEEE, 2018. p. 1–6. ISBN 978-1-5386-6098-0. Citado na página 39.

DINAKI, H. E.; SHIRMOHAMMADI, S.; HASHEMI, M. R. Boosted metaheuristic algorithms for qoe-aware server selection in multiplayer cloud gaming. *IEEE Access*, v. 8, p. 60468–60483, 2020. ISSN 2169-3536. Citado na página 38.

DOYLE, J. et al. Cloud strife: Expanding the horizons of cloud gaming services. In: . [S.l.]: IEEE, 2017. p. 9–16. ISBN 978-1-5386-2002-1. Citado na página 40.

GAO, Y.; WANG, L.; ZHOU, J. Cost-efficient and quality of experience-aware provisioning of virtual machines for multiplayer cloud gaming in geographically distributed data centers. *IEEE Access*, v. 7, p. 142574–142585, 2019. ISSN 2169-3536. Citado na página 39.

GHARSALLAOUI, R.; HAMDI, M.; KIM, T.-H. A comparative study on cloud gaming platforms. In: IEEE. *2014 7th International Conference on Control and Automation*. [S.l.], 2014. p. 28–32. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.

- GHARSALLAOUI, R.; HAMDI, M.; KIM, T.-H. Image compression with optimal traversal using wavelet and percolation theories. In: . [S.l.]: IEEE, 2016. p. 1–6. Citado na página 40.
- GUO, D. et al. Qoe-oriented resource optimization for mobile cloud gaming: A potential game approach. In: . [S.l.]: IEEE, 2019. p. 1–6. ISBN 978-1-5386-8088-9. Citado na página 39.
- GUPTA, P. C. *Data communications and computer networks*. [S.l.]: PHI Learning Pvt. Ltd., 2006. Citado na página 17.
- HEGAZY, M. et al. Content-aware video encoding for cloud gaming. In: . [S.l.]: ACM, 2019. p. 60–73. ISBN 9781450362979. Citado na página 38.
- HOSSEINI, M. A survey of bandwidth and latency enhancement approaches for mobile cloud game multicasting. *arXiv preprint arXiv:1707.00238*, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.
- HUANG, C.-Y. et al. Gaminganywhere: An open cloud gaming system. In: *Proceedings of the 4th ACM multimedia systems conference*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 36–47. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 29.
- ILLAHI, G.; SIEKKINEN, M.; MASALA, E. Foveated video streaming for cloud gaming. In: . [S.l.]: IEEE, 2017. p. 1–6. ISBN 978-1-5090-3649-3. Citado na página 40.
- JAYA, I.; CAI, W.; LI, Y. Rendering server allocation for mmorpg players in cloud gaming. In: . [S.l.]: ACM, 2020. p. 1–11. ISBN 9781450388160. Citado na página 38.
- KESAVARAJA, D.; SHENBAGAVALLI, A. Framework for fast and efficient cloud video transcoding system using intelligent splitter and hadoop mapreduce. *Wireless Personal Communications*, v. 102, p. 2117–2132, 10 2018. ISSN 0929-6212. Citado na página 39.
- KäMÄRÄINEN, T. et al. A measurement study on achieving imperceptible latency in mobile cloud gaming. In: . [S.l.]: ACM, 2017. p. 88–99. ISBN 9781450350020. Citado na página 39.
- LADEWIG, S.; LINS, S.; SUNYAEV, A. Are we ready to play in the cloud? developing new quality certifications to tackle challenges of cloud gaming services. In: *2019 IEEE 21st Conference on Business Informatics (CBI)*. [S.l.: s.n.], 2019. v. 01, p. 231–240. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.
- LAGHARI, A. A. et al. Quality of experience (qoe) in cloud gaming models: A review. *multiagent and grid systems*, IOS Press, v. 15, n. 3, p. 289–304, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.
- LAGHARI, A. A. et al. Quality of experience (qoe) assessment of games on workstations and mobile. *Entertainment Computing*, v. 34, p. 100362, 5 2020. ISSN 18759521. Citado na página 38.
- LAI, P. et al. Qoe-aware user allocation in edge computing systems with dynamic qos. *Future Generation Computer Systems*, v. 112, p. 684–694, 11 2020. ISSN 0167739X. Citado na página 38.

- LI, Y. et al. Cost-efficient server provisioning for cloud gaming. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, v. 14, p. 1–22, 6 2018. ISSN 1551-6857. Citado na página 39.
- LI, Y. et al. Themis: Efficient and adaptive resource partitioning for reducing response delay in cloud gaming. In: . [S.l.]: ACM, 2019. p. 491–499. ISBN 9781450368896. Citado na página 38.
- LI, Y. et al. Towards minimizing resource usage with qos guarantee in cloud gaming. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, IEEE, v. 32, n. 2, p. 426–440, 2020. Citado na página 38.
- LI, Z. et al. Lag compensation for first-person shooter games in cloud gaming. In: *Autonomous Control for a Reliable Internet of Services: Methods, Models, Approaches, Techniques, Algorithms, and Tools*. [S.l.]: Springer International Publishing Cham, 2018. p. 104–127. Citado na página 39.
- LIN, Y.; SHEN, H. Cloudfog: Leveraging fog to extend cloud gaming for thin-client mmog with high quality of service. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, v. 28, p. 431–445, 2 2017. ISSN 1045-9219. Citado na página 40.
- LINDSTROM, S. F.; WETTERBERG, M.; CARLSSON, N. Cloud gaming: A qoe study of fast-paced single-player and multiplayer gaming. In: . [S.l.]: IEEE, 2020. p. 34–45. ISBN 978-0-7381-2394-3. Citado na página 38.
- MADIHA, H. et al. Quality of experience and quality of service of gaming services in fog computing. In: . [S.l.]: ACM, 2020. p. 225–228. ISBN 9781450376419. Citado na página 38.
- METZGER, F. et al. Context monitoring for improved system performance and qoe. *Autonomous Control for a Reliable Internet of Services: Methods, Models, Approaches, Techniques, Algorithms, and Tools*, Springer International Publishing, p. 23–48, 2018. Citado na página 39.
- MISHRA, D. et al. Clouds + games: A multifaceted approach. *IEEE Internet Computing*, v. 18, n. 3, p. 20–27, 2014. Citado na página 15.
- MOLLER, S.; SCHMIDT, S.; ZADTOOTAGHAJ, S. New itu-t standards for gaming qoe evaluation and management. In: . [S.l.]: IEEE, 2018. p. 1–6. ISBN 978-1-5386-2605-4. Citado na página 39.
- PARASTAR, P.; PAKDAMAN, F.; HASHEMI, M. R. Frame-sdn. In: . [S.l.]: ACM, 2020. p. 21–27. ISBN 9781450379465. Citado na página 38.
- ROSS, P. E. Cloud computing’s killer app: Gaming. *IEEE Spectrum*, v. 46, n. 3, p. 14–14, 2009. Citado na página 15.
- SABET, S. S.; HASHEMI, M. R.; GHANBARI, M. A testing apparatus for faster and more accurate subjective assessment of quality of experience in cloud gaming. In: . [S.l.]: IEEE, 2016. p. 463–466. ISBN 978-1-5090-4571-6. Citado na página 40.
- SABET, S. S. et al. A novel objective quality assessment method for perceptually-coded cloud gaming video. In: . [S.l.]: IEEE, 2018. p. 75–79. ISBN 978-1-5386-1857-8. Citado na página 39.

- SABET, S. S. et al. Towards the impact of gamers' adaptation to delay variation on gaming quality of experience. In: . [S.l.]: IEEE, 2019. p. 1–6. ISBN 978-1-5386-8212-8. Citado na página 39.
- SABET, S. S. et al. Towards applying game adaptation to decrease the impact of delay on quality of experience. In: . [S.l.]: IEEE, 2018. p. 114–121. ISBN 978-1-5386-6857-3. Citado na página 39.
- SABET, S. S. et al. Delay sensitivity classification of cloud gaming content. In: . [S.l.]: ACM, 2020. p. 25–30. ISBN 9781450379472. Citado na página 38.
- SABET, S. S. et al. A latency compensation technique based on game characteristics to mitigate the influence of delay on cloud gaming quality of experience. In: . [S.l.]: ACM, 2020. p. 15–25. ISBN 9781450368452. Citado na página 38.
- SACKL, A. et al. Qoe management made uneasy: The case of cloud gaming. In: . [S.l.]: IEEE, 2016. p. 492–497. ISBN 978-1-5090-0448-5. Citado na página 40.
- SCHATZ, R. et al. Qoe management for future networks. *Autonomous Control for a Reliable Internet of Services: Methods, Models, Approaches, Techniques, Algorithms, and Tools*, Springer International Publishing, p. 49–80, 2018. Citado na página 39.
- SCHMIDT, S.; MOLLER, S.; ZADTOOTAGHAJ, S. A comparison of interactive and passive quality assessment for gaming research. In: . [S.l.]: IEEE, 2018. p. 1–6. ISBN 978-1-5386-2605-4. Citado na página 39.
- SCHMIDT, S.; ZADTOOTAGHAJ, S.; MÖLLER, S. Towards the delay sensitivity of games: There is more than genres. In: IEEE. *2017 Ninth international conference on quality of multimedia experience (QoMEX)*. [S.l.], 2017. p. 1–6. Citado na página 40.
- SLIVAR, I.; SKORIN-KAPOV, L.; SUZNJEVIC, M. Qoe-aware resource allocation for multiple cloud gaming users sharing a bottleneck link. In: . [S.l.]: IEEE, 2019. p. 118–123. ISBN 978-1-5386-8336-1. Citado na página 39.
- SLIVAR, I.; SUZNJEVIC, M.; SKORIN-KAPOV, L. Game categorization for deriving qoe-driven video encoding configuration strategies for cloud gaming. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, v. 14, p. 1–24, 6 2018. ISSN 1551-6857. Citado na página 39.
- SOSINSKY, B. *Cloud computing bible*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2010. Citado na página 15.
- STREIJL, R. C.; WINKLER, S.; HANDS, D. S. Mean opinion score (mos) revisited: methods and applications, limitations and alternatives. *Multimedia Systems*, Springer, v. 22, n. 2, p. 213–227, 2016. Citado na página 18.
- SUN, H. Research on latency problems and solutions in cloud game. *Journal of Physics: Conference Series*, v. 1314, p. 012211, 10 2019. ISSN 1742-6588. Citado na página 39.
- SUZNJEVIC, M. et al. How to measure and model qoe for networked games? *Multimedia Systems*, v. 25, p. 395–420, 8 2019. ISSN 0942-4962. Citado na página 39.

- SUZNJEVIC, M.; SLIVAR, I.; SKORIN-KAPOV, L. Analysis and qoe evaluation of cloud gaming service adaptation under different network conditions: The case of nvidia geforce now. In: . [S.l.]: IEEE, 2016. p. 1–6. ISBN 978-1-5090-0354-9. Citado na página 40.
- SVIRIDOV, G. et al. Demo abstract: Leveraging ai players for qoe estimation in cloud gaming. In: . [S.l.]: IEEE, 2020. p. 1282–1283. ISBN 978-1-7281-8695-5. Citado na página 38.
- TSIPIS, A. et al. Qoe-aware rendering service allocation in fog-assisted cloud gaming environments. In: . [S.l.]: IEEE, 2020. p. 1–8. ISBN 978-1-7281-6445-8. Citado na página 38.
- WANG, P.-C. et al. Optimizing next-generation cloud gaming platforms with planar map streaming and distributed rendering. In: IEEE. *2017 15th Annual workshop on network and systems support for games (NetGames)*. [S.l.], 2017. p. 1–6. Citado na página 40.
- WU, J. et al. Modeling and optimization of high frame rate video transmission over wireless networks. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, v. 15, p. 2713–2726, 4 2016. ISSN 1536-1276. Citado na página 40.
- XU, Y. et al. A cost-efficient cloud gaming system at scale. *IEEE Network*, v. 32, p. 42–47, 1 2018. ISSN 0890-8044. Citado na página 39.
- YAMI, M. H.; PAKDAMAN, F.; HASHEMI, M. R. Sara-sdn. In: . [S.l.]: ACM, 2020. p. 8–14. ISBN 9781450379465. Citado na página 38.
- YATES, R. D. et al. Timely cloud gaming. In: . [S.l.]: IEEE, 2017. p. 1–9. ISBN 978-1-5090-5336-0. Citado na página 40.
- ZADTOOTAGHAJ, S.; SCHMIDT, S.; MOLLER, S. Modeling gaming qoe: Towards the impact of frame rate and bit rate on cloud gaming. In: . [S.l.]: IEEE, 2018. p. 1–6. ISBN 978-1-5386-2605-4. Citado na página 39.
- ZADTOOTAGHAJ, S. et al. Quality estimation models for gaming video streaming services using perceptual video quality dimensions. In: . [S.l.]: ACM, 2020. p. 213–224. ISBN 9781450368452. Citado na página 38.
- ZHANG, X. et al. Improving cloud gaming experience through mobile edge computing. *IEEE Wireless Communications*, v. 26, p. 178–183, 8 2019. ISSN 1536-1284. Citado na página 39.

Apêndices

APÊNDICE A – Trabalhos Encontrados

Tabela 6 – Lista de trabalhos selecionados.

N ^a	Trabalhos	Bases	Referência
1	A Skill-Based Visual Attention Model for Cloud Gaming	IEEE	(AHMADI et al., 2021)
2	Towards Minimizing Resource Usage With QoS Guarantee in Cloud Gaming	IEEE	(LI et al., 2020)
3	Resource Optimization through Hierarchical SDN-enabled Inter Data Center Network for Cloud Gaming	ACM	(AMIRI; OSMAN; SHIRMOHAMMADI, 2020)
4	Rendering Server Allocation for MMORPG Players in Cloud Gaming	ACM	(JAYA; CAI; LI, 2020)
5	Quality of Experience and Quality of Service of Gaming Services in Fog Computing	ACM	(MADIHA et al., 2020)
6	FRAME-SDN: a Fair Resource Allocation for Multiplayer Edge-based Cloud Gaming in SDN	ACM	(PARASTAR; PAKDAMAN; HASHEMI, 2020)
7	A latency compensation technique based on game characteristics to mitigate the influence of delay on cloud gaming quality of experience	ACM	(SABET et al., 2020b)
8	Delay Sensitivity Classification of Cloud Gaming Content	ACM	(SABET et al., 2020a)
9	SARA-SDN: State Aware Resource Allocation in SDN to improve QoE in Cloud Gaming	ACM	(YAMI; PAKDAMAN; HASHEMI, 2020)
10	Quality Estimation Models for Gaming Video Streaming Services Using Perceptual Video Quality Dimensions	ACM	(ZADTOOTAGHAJ et al., 2020)
11	Learned Resolution Scaling Powered Gaming-as-a-Service at Scale	IEEE	(CHEN et al., 2021)
12	Boosted Metaheuristic Algorithms for QoE-Aware Server Selection in Multiplayer Cloud Gaming	IEEE	(DINAKI; SHIRMOHAMMADI; HASHEMI, 2020)
13	Cloud Gaming: A QoE Study of Fast-paced Single-player and Multiplayer Gaming	IEEE	(LINDSTROM; WETTERBERG; CARLSSON, 2020)
14	Demo abstract: Leveraging AI players for QoE estimation in cloud gaming	IEEE	(SVIRIDOV et al., 2020)
15	QoE-Aware Rendering Service Allocation in Fog-Assisted Cloud Gaming Environments	IEEE	(TSIPIS et al., 2020)
16	A low-complexity psychometric curve-fitting approach for the objective quality assessment of streamed game videos	ScienceDirect	(DAMME et al., 2020)
17	Quality of experience (QoE) assessment of games on workstations and mobile	ScienceDirect	(LAGHARI et al., 2020)
18	QoE-aware user allocation in edge computing systems with dynamic QoE	ScienceDirect	(LAI et al., 2020)
19	A Framework for Adaptive Residual Streaming for Single-Player Cloud Gaming	ACM	(CHEN; EL-ZARKI, 2019)
20	Content-aware Video Encoding for Cloud Gaming	ACM	(HEGAZY et al., 2019)
21	Themis: Efficient and Adaptive Resource Partitioning for Reducing Response Delay in Cloud Gaming	ACM	(LI et al., 2019)

Tabela 6 – Lista de trabalhos selecionados.

N ^a	Trabalhos	Bases	Referência
22	T-Gaming: A Cost-Efficient Cloud Gaming System at Scale	IEEE	(CHEN et al., 2019)
23	Cost-Efficient and Quality of Experience-Aware Provisioning of Virtual Machines for Multiplayer Cloud Gaming in Geographically Distributed Data Centers	IEEE	(GAO; WANG; ZHOU, 2019)
24	QoE-Oriented Resource Optimization for Mobile Cloud Gaming: A Potential Game Approach	IEEE	(GUO et al., 2019)
25	Towards the Impact of Gamers' Adaptation to Delay Variation on Gaming Quality of Experience	IEEE	(SABET et al., 2019)
26	QoE-Aware Resource Allocation for Multiple Cloud Gaming Users Sharing a Bottleneck Link	IEEE	(SLIVAR; SKORIN-KAPOV; SUZNJEVIC, 2019)
27	Improving Cloud Gaming Experience through Mobile Edge Computing	IEEE	(ZHANG et al., 2019)
28	Research on Latency Problems and Solutions in Cloud Game	IOPScience	(SUN, 2019)
29	How to measure and model QoE for networked games?	SpringerLink	(SUZNJEVIC et al., 2019)
30	An Evaluation of Video Quality Assessment Metrics for Passive Gaming Video Streaming	ACM	(BARMAN et al., 2018)
31	Cost-Efficient Server Provisioning for Cloud Gaming	ACM	(LI et al., 2018)
32	Game Categorization for Deriving QoE-Driven Video Encoding Configuration Strategies for Cloud Gaming	ACM	(SLIVAR; SUZNJEVIC; SKORIN-KAPOV, 2018)
33	A Self-organizing Price-based Mechanism for Frame Rate Optimization in Cloud Gaming Networks Considering Quality of Experience	IEEE	(ABOUTORABI; REZVANI, 2018)
34	Toward Multiplayer Cooperative Cloud Gaming	IEEE	(CAI et al., 2018)
35	GPU/QoE-Aware Server Selection Using Metaheuristic Algorithms in Multiplayer Cloud Gaming	IEEE	(DINAKI; SHIRMOHAMMADI, 2018)
36	New ITU-T Standards for Gaming QoE Evaluation and Management	IEEE	(MOLLER; SCHMIDT; ZADTOOTAGHAJ, 2018)
37	Towards Applying Game Adaptation to Decrease the Impact of Delay on Quality of Experience	IEEE	(SABET et al., 2018)
38	A Novel Objective Quality Assessment Method for Perceptually-Coded Cloud Gaming Video	IEEE	(SABET et al., 2018)
39	A Comparison of Interactive and Passive Quality Assessment for Gaming Research	IEEE	(SCHMIDT; MOLLER; ZADTOOTAGHAJ, 2018)
40	A Cost-Efficient Cloud Gaming System at Scale	IEEE	(XU et al., 2018)
41	Modeling Gaming QoE: Towards the Impact of Frame Rate and Bit Rate on Cloud Gaming	IEEE	(ZADTOOTAGHAJ; SCHMIDT; MOLLER, 2018)
42	Framework for Fast and Efficient Cloud Video Transcoding System Using Intelligent Splitter and Hadoop MapReduce	SpringerLink	(KESAVARAJA; SHENBAGAVALLI, 2018)
43	Lag Compensation for First-Person Shooter Games in Cloud Gaming	SpringerLink	(LI et al., 2018)
44	Context Monitoring for Improved System Performance and QoE	SpringerLink	(METZGER et al., 2018)
45	QoE Management for Future Networks	SpringerLink	(SCHATZ et al., 2018)
46	CloudHide: Towards Latency Hiding Techniques for Thin-client Cloud Gaming	ACM	(ANAND; WENREN, 2017)
47	A Measurement Study on Achieving Imperceptible Latency in Mobile Cloud Gaming	ACM	(KäMÄRÄINEN et al., 2017)

Tabela 6 – Lista de trabalhos selecionados.

N ^a	Trabalhos	Bases	Referência
48	Game-Aware Bandwidth Allocation for Home Gateways	IEEE	(AMIRI; OSMAN; SHIRMOHAMMADI, 2017)
49	A Write-Operation-Adaptable Replication System for Multiplayer Cloud Gaming	IEEE	(CHANG; WANG, 2017)
50	Distributed Rendering Interaction Delay Reduction in Remote Rendering With Client-end GPU-Accelerated Scene Warping Technique	IEEE	(CHEN; HUNG; CHIEN, 2017)
51	Impact of Information Buffering on a Flexible Cloud Gaming System	IEEE	(CHEN; EL-ZARKI, 2017)
52	Cloud Strife: Expanding the Horizons of Cloud Gaming Services	IEEE	(DOYLE et al., 2017)
53	Foveated Video Streaming for Cloud Gaming	IEEE	(ILLAHI; SIEKKINEN; MASALA, 2017)
54	CloudFog: Leveraging Fog to Extend Cloud Gaming for Thin-Client MMOG with High Quality of Service	IEEE	(LIN; SHEN, 2017)
55	Towards the Delay Sensitivity of Games: there is more than Genres	IEEE	(SCHMIDT; ZADTOOTAGHAJ; MÖLLER, 2017)
56	Optimizing Next-Generation Cloud Gaming Platforms with Planar Map Streaming and Distributed Rendering	IEEE	(WANG et al., 2017)
57	Timely Cloud Gaming	IEEE	(YATES et al., 2017)
58	Toward Delay-Efficient Game-Aware Data Centers for Cloud Gaming	ACM	(AMIRI et al., 2016)
59	Delay-Aware Resource Provisioning for Cost-Efficient Cloud Gaming	IEEE	(BASIRI; RASOOLZADEGAN, 2016)
60	Inter-player Delay Optimization in Multiplayer Cloud Gaming	IEEE	(CHEN; LIU; CUI, 2016)
61	Layered Coding for Mobile Cloud Gaming Using Scalable Blinn-Phong Lighting	IEEE	(CHUAH; CHEUNG; YUEN, 2016)
62	Modeling Cloud Gaming Experience for Massively Multiplayer Online Games	IEEE	(DHIB et al., 2016)
63	Image Compression with Optimal Traversal using Wavelet and Percolation Theories	IEEE	(GHARSALLAOUI; HAMDY; KIM, 2016)
64	A Testing Apparatus for Faster and More Accurate Subjective Assessment of Quality of Experience in Cloud Gaming	IEEE	(SABET; HASHEMI; GHANBARI, 2016)
65	QoE Management Made Uneasy: The Case of Cloud Gaming	IEEE	(SACKL et al., 2016)
66	Analysis and QoE Evaluation of Cloud Gaming Service Adaptation Under Different Network Conditions: the Case of NVIDIA GeForce NOW	IEEE	(SUZNJEVIC; SLIVAR; SKORIN-KAPOV, 2016)
67	Modeling and Optimization of High Frame Rate Video Transmission Over Wireless Networks	IEEE	(WU et al., 2016)
68	A Hybrid Game Contents Streaming Method: Improving Graphic Quality Delivered on Cloud Gaming	SpringerLink	(CHAN et al., 2016)



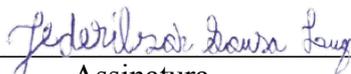
**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”**

Identificação do Tipo de Documento

- () Tese
() Dissertação
(**X**) Monografia
() Artigo

Eu, **Jederilson Sousa Luz**, autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar, gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação **Avaliação de QoE e QoS para ambientes de jogos na nuvem: Um Survey** de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 14 de Agosto de 2023.


Assinatura