



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE RUSSAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE

OTÁVIO NORONHA NETO

**EXPLORANDO A JOGABILIDADE EM UM JOGO FPS SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES DE REDE**

RUSSAS

2023

OTÁVIO NORONHA NETO

EXPLORANDO A JOGABILIDADE EM UM JOGO FPS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES
DE REDE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia De Software do Campus de Russas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharelado em Engenharia De Software.

Orientadora: Profa. Ms. Valéria Maria da Silva Pinheiro.

RUSSAS

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- N768e Noronha Neto, Otávio.
Explorando a jogabilidade em um jogo FPS sob diferentes condições de rede / Otávio Noronha Neto. –
2023.
70 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas,
Curso de Engenharia de Software, Russas, 2023.
Orientação: Prof. Me. Valéria Maria da Silva Pinheiro.
1. Jogos. 2. Redes. 3. First-Person Shooters. 4. Counter-Strike: Global Offensive. I. Título.
CDD 005.1
-

OTÁVIO NORONHA NETO

EXPLORANDO A JOGABILIDADE EM UM JOGO FPS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES
DE REDE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia De Software do Campus de Russas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharelado em Engenharia De Software.

Aprovada em: 13/12/2023

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ms. Valéria Maria da Silva
Pinheiro (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Ms. José Osvaldo Mesquita Chaves
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Nator Junior Carvalho Da Costa
Escola De Saúde Pública Do Ceará (ESP/CE)

À minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em todos os momentos, a esperança para seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço muito à minha mãe, Maridenes Noronha Oliveira, por me inspirar com sua determinação. Além disso, os meus cumprimentos para meu irmão José Célio de Lima Filho pelas longas conversas sobre jogos.

A Profa. Ms. Valéria Mariada Silva Pinheiro, gostaria de expressar minha profunda gratidão por sua orientação excepcional ao longo deste período. Sua *expertises* foram fundamentais para o desenvolvimento do meu trabalho.

Aos professores participantes da banca examinadora Ms. José Osvaldo Mesquita Chaves e Nator Junior Carvalho Da Costa pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Ao grupo do Laboratório de Ensino e Pesquisa de Tecnologias alinhadas à Gestão do Conhecimento e Inovação em Processos de Software (LearningLab). Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos vocês por possibilitarem uma experiência de estágio tão enriquecedora e significativa. O tempo que passei no LearningLab foi fundamental para o meu crescimento pessoal e profissional. Um agradecimento pessoal a coordenadora do projeto, Dra. Jacilane de Holanda Rabelo, pela oportunidade de participar desse incrível projeto.

Prezada Professora Dra. Marília Soares Mendes Albuquerque, gostaria de expressar meu obrigado por me proporcionar a oportunidade de atuar como monitor na disciplina de Interação Humano-Computador.

Agradeço profundamente aos jogos eletrônicos por proporcionarem uma montanha-russa de emoções. Desde a alegria de vencer desafios difíceis, a emoção de explorar novos mundos, até a tristeza e a frustração de falhar, cada momento criado jogando é um testemunho do poder dos jogos de gera emoções tão fortes.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão pela oportunidade de participar da disciplina de Redes de Computadores durante este período acadêmico. Essa disciplina despertou o desejo de compreender como as coisas do mundo são interligadas.

Agradeço profundamente aos voluntários, pelo tempo concedido nos testes.

Agradeço aos colegas de diferentes turmas da graduação pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

RESUMO

Os jogos são desenvolvidos visando transmitir boas experiências para seus usuários. Além disso, para os *videogames* alcançarem o seu objetivo de criação são necessários recursos importantes, como uma destacável qualidade de rede. Este trabalho visa analisar a influência que diferentes condições de rede podem ter sobre a jogabilidade e a experiência gerada em um jogo *multiplayer* do gênero *First-Person Shooters* (FPS). Além disso, avaliar as consequências de um sistema de *streaming* quando é executado na mesma rede que um jogo. Os cenários de rede foram elaborados considerando as variações nos fatores de taxa de transmissão, latência e perda de pacotes. O jogo escolhido para ser avaliado por esse trabalho foi o Counter-Strike: Global Offensive (CS:GO), devidor ser um jogo do gênero FPS e possuir uma destacável visibilidade no mercado de jogos. Os critérios utilizados para avaliar o desempenho dos jogadores neste estudo foram o *Kills, Deaths e Assists* (KDA), a quantidade de *rounds*, *gold*, quantidade de *headshot* e taxa de acertos. Ademais, foi avaliado como os fatores de variação de rede nos diferentes cenários podem influenciar nas métricas de jogabilidade definidas. Além disso, para o desenvolvimento dos casos de testes foi utilizado o Clumsy para emular os diferentes estados de rede, e o programa Wireshark executado para a captura do tráfego de rede. Com a análise dos dados coletados, foi possível concluir que as condições desfavoráveis de rede afetam em níveis diferentes os jogadores. Ainda por cima, serviu como um meio para equilibrar a disparidade do grau de habilidade entre os jogadores. Para os testes com o serviço de vídeo foi constatado que tal aplicação gera interferência na jogabilidade do jogo testado. Dessa forma, em ambos cenários, as condições de rede afetam o jogo e o desempenho dos jogadores.

Palavras-chave: Jogos; Redes; *First-Person Shooters* ; *Counter-Strike: Global Offensive*.

ABSTRACT

Games are developed with the aim of transmitting good experiences to their users. Furthermore, for *videogames* to achieve their creation objective, important resources are necessary, such as outstanding network quality. This work aims to analyze the influence that different network conditions can have on gameplay and the experience generated in a *multiplayer* game of the FPS genre. Furthermore, evaluate the consequences of a *streaming* system when running on the same network as a game. The network scenarios were created considering variations in transmission rate, latency and packet loss factors. The game chosen to be evaluated for this work was CS:GO, due to it being an FPS game and having notable visibility in the games market. The criteria used to evaluate players' performance in this study were KDA, number of *rounds*, *gold*, number of *headshot* and hit rate. Furthermore, it was evaluated how network variation factors in different scenarios can influence the defined gameplay metrics. Furthermore, to develop the test cases, Clumsy was used to emulate the different network states, and the Wireshark program was run to capture network traffic. With the analysis of the data collected, it was possible to conclude that unfavorable network conditions affect players at different levels. On top of that, it served as a means to balance the disparity in skill levels between players. During tests with the video service, it was found that this application interferes with the gameplay of the tested game. Therefore, in both scenarios, network conditions affect the game and players' performance.

Keywords: Game; Network ;First-Person Shooters ; Counter-Strike: Global Offensive

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de Perspectiva de Câmera em Primeira Pessoa	18
Figura 2 – Exemplo do Uso de HUD	19
Figura 3 – Exemplo de Personagens Usados no Jogo	20
Figura 4 – Exemplo Simplificado de uma Arquitetura Cliente-Servidor	22
Figura 5 – Metodologia	29
Figura 6 – Execução do Wireshark	32
Figura 7 – Execução do Clumsy	32
Figura 8 – Taxa de Transmissão do Cenário 2	37
Figura 9 – Taxa de Transmissão do Cenário 3	40
Figura 10 – Taxa de Transmissão do Cenário 4	44
Figura 11 – Variação do KDA Entre Cenários da Parte 1	49
Figura 12 – Variação da taxa de acerto entre Cenários	50
Figura 13 – Taxa de Transmissão Presente da Parte 2 Cenário 2	51
Figura 14 – Taxa de Transmissão Parte 2 Cenário 3	55
Figura 15 – Variação de KDA entre Cenários da Parte 2	59
Figura 16 – Variação da Taxa de Acerto na Parte 2	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Especificações dos jogos segundo seus gêneros.	19
Tabela 2 – Principais Variâncias do Padrão IEEE 802.11	23
Tabela 3 – Consumo de Internet da Disney+ Pelo Navegador	23
Tabela 4 – Exemplos de Aplicações de Vídeo	24
Tabela 5 – Trabalhos relacionados	28
Tabela 6 – Cenários Projetados Para a Parte 1 dos Testes	34
Tabela 7 – Cenários Projetados Para a Parte 2 dos Testes	34
Tabela 8 – Participantes	36
Tabela 9 – KDA Cenário 2	37
Tabela 10 – Gold Cenário 2	38
Tabela 11 – Taxa de Acerto Cenário 2	39
Tabela 12 – KDA Cenário 3	41
Tabela 13 – Gold Cenário 3	42
Tabela 14 – Taxa de Acerto Cenário 3	42
Tabela 15 – KDA Cenário 3	45
Tabela 16 – Gold Cenário 4	45
Tabela 17 – Taxa de Acerto Cenário 4	46
Tabela 18 – KDA Cenário 2 Parte 2	52
Tabela 19 – Gold Cenário 2	52
Tabela 20 – Taxa de Acerto Cenário 2	53
Tabela 21 – KDA Cenário 3 Parte 2	55
Tabela 22 – Gold Cenário 3 Parte 2	56
Tabela 23 – Taxa de Acerto Cenário 3 Parte 2	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADSL	<i>Digital Subscriber Line</i>
AP	<i>Access Points</i>
AVOD	<i>Video Advertising on Demand</i>
BSS	<i>Basic Service Set</i>
CRT	Tubo de raios catódicos
CS:GO	Counter-Strike: Global Offensive
FPS	<i>First-Person Shooters</i>
GB	<i>Gigabyte</i>
HUD	<i>Heads-Up Display</i>
KDA	<i>Kills, Deaths e Assists</i>
MOBA	<i>Multiplayer Online Battle Arena</i>
OTT	<i>Streaming Over-The-Top</i>
RTS	<i>Real-time strategy</i>
SVOD	<i>Subscription Video on Demand</i>
TVOD	<i>Transactional Video on Demand</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
WI-FI	<i>Wireless Fidelity</i>
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivos Gerais	16
2.2	Objetivos específicos	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1	Jogabilidade	17
3.2	<i>First-Person Shooters (FPS)</i>	18
3.3	Counter-Strike: Ofensiva Global	20
3.4	Infraestrutura De Rede	21
3.5	<i>Streaming</i>	23
3.6	Métricas estabelecidas para o jogador	24
4	TRABALHOS RELACIONADOS	26
5	METODOLOGIA	29
5.1	Revisão da Literatura	29
5.2	Definição das Métricas de Desempenho de Rede	30
5.3	Escolha do Jogo para Análise	30
5.4	Definição das Métricas para Avaliação do Desempenho do Jogador	31
5.5	Seleção das Ferramentas	31
5.6	Definição dos Cenários de Testes	33
5.6.1	<i>Parte 1: Análise de Jogadores e Métricas de Rede</i>	33
5.6.2	<i>Parte 2: Análise de Jogadores e Streaming</i>	34
5.7	Execução dos Testes	34
5.8	Análise	35
6	RESULTADOS	36
6.1	Perfil dos Participantes	36
6.2	Parte 1: Cenário 1 - Aquecimento	36
6.3	Parte 1 : Cenário 2 - Taxa de transmissão = 125 ms	36
6.3.1	<i>Métrica: KDA</i>	37
6.3.2	<i>Métrica: Gold</i>	38
6.3.3	<i>Métrica: Headshot</i>	38

6.3.4	<i>Acerto de Cada Jogador</i>	39
6.3.5	<i>Experiência dos Usuários</i>	39
6.4	Parte 1 : Cenário 3 - Taxa de Transmissão = 150ms	40
6.4.1	<i>Métrica: KDA</i>	41
6.4.2	<i>Métrica: Gold</i>	41
6.4.3	<i>Métrica: Headshot</i>	42
6.4.4	<i>Acerto de Cada Jogador</i>	42
6.4.5	<i>Experiência dos Usuários</i>	43
6.5	Parte 1 : Cenário 4 - Taxa de Transmissão = 150 ms	44
6.5.1	<i>Métrica: KDA</i>	44
6.5.2	<i>Métrica: Gold</i>	45
6.5.3	<i>Métrica: Headshot</i>	46
6.5.4	<i>Acerto de cada Jogador</i>	46
6.5.5	<i>Experiência dos Usuários</i>	47
6.6	Análise da dinâmica das métricas	48
6.7	Parte 2	50
6.7.1	<i>Perfil dos participantes</i>	50
6.7.2	Parte 2 : Cenário 1 - Aquecimento	50
6.7.3	Parte 2 : Cenário 2 - Resolução do Vídeo = 1080p	51
6.7.4	<i>Métrica: KDA</i>	52
6.7.5	<i>Métrica: Gold</i>	52
6.7.6	<i>Métrica: Headshot</i>	53
6.7.7	<i>Acerto de cada Jogador</i>	53
6.7.8	<i>Experiência do Usuário</i>	54
6.7.9	Parte 2 : Cenário 3 - Resolução do Vídeo = 4K	54
6.8	Métrica: KDA	55
6.9	Métrica: Gold	56
6.9.1	<i>Métrica: Headshot</i>	56
6.9.2	<i>Acerto de Cada Jogador</i>	57
6.9.3	<i>Experiência dos usuários</i>	57
6.10	Análise da dinâmica das métricas	58
7	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	61

REFERÊNCIAS 63

1 INTRODUÇÃO

A ideia de entretenimento muda conforme diversidades culturais e tecnológicas vão surgindo (DEUZE, 2007). Para ilustrar, no período clássico, na Grécia antiga a forma de destaque de recreação era o teatro e a arte. Posteriormente, com o passar dos séculos, novas formas distintas de lazer surgiram, como o rádio, a televisão, o cinema e os jogos eletrônicos.

Segundo (CHATFIELD, 2010), os jogos eletrônicos são uma das formas de divertimento de maior relevância no século XXI. Além disso, a recreação proposta pelos jogos são atividades envolventes e divertidas. Devido à falta de informação, afirmar qual foi a origem dos *videogames* é uma tarefa complexa devido à carência de documentação. Para (SABADELLO, 2006), o surgimento do primeiro jogo foi atribuída para a organização An Unnamed CRT Game em 1947, e registrado por Thomas T. Goldsmith Jr. e Estle Ray Mann como um “dispositivo de diversão com Tubo de raios catódicos (CRT)”. O CRT é um aparelho composto por um conjunto de botões e interruptores, que simulava um jogo simples de tiro ao alvo. Além disso, este dispositivo era tão básico em sua composição que nem podia ser classificado como um computador. Ademais, somente em 1961, com o jogo *Spacewa*, criado por Steve Russell, foi possível aprimorar a compreensão do conceito de *video gamer* e do processo de *game design* (SABADELLO, 2006). O *game design* é o processo de criação e desenvolvimento de jogos, abrangendo todos os aspectos relacionados à concepção, mecânicas, regras, interação e experiência geral do jogador (WOLF; PERRON, 2014). Deste então o mercado de jogos eletrônicos vem tendo destaque para o entretenimento, por consequência sugeriram vários estilos, como o *Real-time strategy* (RTS), *Multiplayer Online Battle Arena* (MOBA), *First-Person Shooters* (FPS) e dentre outros.

Os avanços da *internet* possibilitaram destacáveis melhorias em relação à taxa de transmissão, redução de perda de pacotes, aprimoramento na largura de banda e em novos e melhorados protocolos de rede (KUROSE; ROSS, 2006). Como resultado, surgiram os jogos multijogador, também conhecidos como *multiplayer*, que permitem que vários jogadores participem simultaneamente em uma mesma partida. Logo, as grandes empresas de jogos começaram a utilizar dos progressos para unir a possibilidade de ter vários usuários ao mesmo tempo. O recurso anteriormente citado foi utilizado nos diferentes gêneros de jogos (HAMARI *et al.*, 2015).

O FPS é um jogo dinâmico e frequentemente utilizado por diversos jogadores. As condições de rede são cruciais para cada jogador, pois, caso não sejam atendidas, podem afetar

negativamente a jogabilidade proporcionando uma experiência desconfortável para o jogador. Com o crescimento desse tipo de produto no mercado de consumo, aumentou-se, com mais frequência, o número de usuários, resultando em cada vez mais recursos de rede. Dessa maneira, a popularização dos FPS *multiplayer*, pode causar problemas na taxa de transferência, latência e perda de dados, sendo condições de rede que limitam a eficiência dos seus jogadores (CALLADO *et al.*, 2004).

O jogo *Counter-Strike* (CS), faz parte da categoria de FPS *multiplayer*, foi desenvolvido por Minh Le e Jess Cliffe e depois adquirido pela Valve Corporation. O CS foi um dos responsáveis pela massificação dos jogos por rede no início do século XXI, sendo considerado o grande responsável pela popularização das *LAN houses* no mundo (BOYER, 2011).

Não somente os jogos eletrônicos têm se sobressaído no mercado de entretenimento das grandes massas, como também os serviços de *streaming* vêm tendo uma visibilidade nos lares domésticos (SNYMAN; GILLIARD, 2019). Além disso, as aplicações de reprodução de vídeo correspondem por três quartos de todo o tráfego residencial (CISCO, 2020). Espera-se que a curva de consumo tenda a se destacar ainda mais no futuro (AIJAZ *et al.*, 2013), (OUGHTON *et al.*, 2021). O serviço por filmes é o que mais tem tido notoriedade, desde o lançamento da Netflix em 2007 (SNYMAN; GILLIARD, 2019).

O tráfego gerado por essas aplicações de distribuição de vídeo podem ter um impacto considerável nas redes (CISCO, 2020). Para impedir a deterioração da qualidade do serviço da rede para os jogos, será necessário ter familiaridade com as necessidades dos *videogames* em relação à latência, taxa de transmissão, perda de pacote e os possíveis impactos causados pelos serviços de *streamings*.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar os impactos de diferentes condições de rede sobre a jogabilidade em um jogo FPS em uma *Wireless Local Area Network* (WLAN). Além disso, a WLAN é uma rede local que permite a conexão de dispositivos mediante comunicação sem fio (GAST, 2005). Esta forma de rede utiliza equipamentos como *Access Points* (AP) e dentre outros para estabelecer uma conexão entre os dispositivos, permitindo a troca de dados com a *internet*. A WLAN utiliza a tecnologia do *Wireless Fidelity* (WI-FI). O *Wi-Fi* é uma forma de comunicação sem fio que permite a transmissão de dados. Este recurso utiliza ondas de rádio que permitem a conexão de aparelhos, como computadores, smartphones e dentre outros, a uma rede local ou à *internet* (OHRTMAN; ROEDER, 2003).

Dessa forma, foi analisado a influência das condições de rede WLAN sobre a

qualidade da jogabilidade em um jogo FPS. Para (CALLADO *et al.*, 2004) jogos em rede demandam de recursos importantes para funcionarem de forma que não prejudique a jogabilidade do usuário. Com isso, foi avaliado como a variação desses recursos afeta o desempenho do jogador.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: o capítulo 2 apresenta os objetivos deste estudo. Além disso, no capítulo 3 a fundamentação teórica demonstra os principais conceitos utilizados. Ademais, no capítulo 4 são apresentados os trabalhos relacionados. Ainda mais, o capítulo 5 são descritos os procedimentos metodológicos. Além disso, no capítulo 6 é constatado os resultados obtidos. Por fim, no capítulo 7 são discutidos as conclusões e possíveis trabalhos futuros.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Este trabalho tem como objetivo analisar o impacto de diferentes condições de rede WLAN sobre a jogabilidade em um jogo FPS.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Identificar os elementos que constituem a experiência dos jogadores em um jogo FPS;
- Identificar quais as métricas de rede impactam na jogabilidade em um jogo FPS;
- Avaliar quantitativamente o desempenho dos jogadores durante o jogo, com diferentes condições de redes;
- Avaliar qual dos fatores de rede escolhidos, tem maior influência sobre o desempenho dos jogadores;
- Analisar o comportamento da rede quando há um jogo e um serviços de streaming funcionando no mesmo momento.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, são abordados os principais conceitos relacionados a esse trabalho: jogabilidade, jogo FPS, o jogo Counter-Strike: Ofensiva Global, infraestrutura da rede, WLAN e as métricas estabelecidas para o jogador.

3.1 Jogabilidade

Jogabilidade é compreendido como a forma que um jogo é jogado e as interações que os jogadores podem ter com o ambiente virtual. Esse termo descreve as mecânicas, regras e sistemas que regem um determinado *video gamer* (TEKINBAS; ZIMMERMAN, 2003). A seguir é explicado cada termo mencionado anteriormente.

Mecânica: pode ser compreendida como o conjunto das regras que governam e orientam as ações do jogador, bem como a resposta do jogo a elas (WOLF; PERRON, 2014). Além disso, esse elemento é um dos principais fatores que geram a experiência dos usuários. Um exemplo que ilustra isso é nos jogos FPS, quando o jogador utiliza uma arma e recorre à mira para visualizar melhor o seu adversário. Dessa forma, o ambiente responde a essa ação do usuário, dando um aumento no raio de visão ao utilizar a mira.

Regras: em jogos eletrônicos são o conjunto de diretrizes estabelecidas para definir como o jogo pode ser jogado, quais ações são permitidas ou proibidas, e como os jogadores interagem entre si e com o ambiente virtual (WOLF; PERRON, 2014).

Sistema: a noção de sistema é muito ampla, porém pode ser compreendida como sendo o conjunto organizado de regras, mecânicas e interações que funcionam de maneira a desenvolver uma noção de mundo coerente. Além disso, a conceituação de sistema pode variar conforme o gênero do jogo. Um exemplo desse conteúdo encontrado em praticamente todos os jogos é a noção de sistema de economia, que regula a gestão de recursos no jogo, como dinheiro, itens, materiais, entre outros. Além disso, define as regras para aquisição, gasto e troca de recursos, bem como os preços e valores atribuídos a eles (SCHELL, 2019).

Esse conjunto de normas contribui para proporcionar a experiência do usuário e define como os jogadores interagem com o mundo proposto por um determinado jogo (TEKINBAS; ZIMMERMAN, 2003). A jogabilidade é um dos elementos centrais para o sucesso ou não de um *video gamer*. Além disso, é de suma importância fornecer a melhor experiência para o usuário.

Compreender a noção de jogabilidade é fundamental para entender como os jogos são projetados. Além disso, a idealização dos conceitos mencionados anteriormente é de fundamental importância para a geração de experiência de um jogador.

3.2 *First-Person Shooters (FPS)*

FPS é um estilo de jogo no qual o jogador tem uma perspectiva de câmera em primeira pessoa, isto é, jogará como se tivesse com o campo de visão do personagem que ele está controlando (WOLF; PERRON, 2014). A Figura 1 ilustra o ponto de vista do jogador em relação a este estilo de jogo. Desse modo, o campo de visão será delimitado pelo ambiente que o cerca.

Figura 1 – Exemplo de Perspectiva de Câmera em Primeira Pessoa



Fonte: Produzido Pelo Autor

O gênero de FPS se destaca por sua jogabilidade que envolve o uso de um avatar, uma ou mais armas de alcance e uma variedade de inimigos (ROLLINGS; ADAMS, 2003). Ademais, por se passarem em um ambiente 3D, esses jogos tendem a ser um pouco mais realistas do que os jogos de tiro em 2D. Além disso, possuem mais assertividade em relação à simulação de um mundo real, iluminação, som, colisões e movimentação (ADAMS; ROLLINGS, 2006). Outro elemento comum nesse estilo de jogo é exibir um *Heads-Up Display* (HUD), o qual é o método pelo qual as informações são retransmitidas visualmente ao jogador como parte da interface do usuário de um jogo. Além disso, mostrando detalhes da situação de vida, munição e o mapa. Por consequência, auxiliando o usuário durante o jogo.

Na Figura 2 é mostrada a visualização do usuário com o HUD. Além disso, é demonstrado como o HUD exibe a proporção de vida, além do mapa e das armas utilizadas pelo jogador.

Os jogos de tiro em primeira pessoa geralmente se concentram na jogabilidade

Figura 2 – Exemplo do Uso de HUD



Fonte: <https://www.esportelandia.com.br/esports/mapas-do-csgo/>

enérgica, com combates rápidos e tiroteios dinâmicos sendo a essência da experiência FPS, embora certos títulos também possam colocar uma ênfase maior na narrativa. Além disso, o FPS pode ser categorizado como um jogo de tempo-real, sendo aqueles onde os usuários agem para não seguir uma ordem pré-definida, por consequência, enviando para o servidor onde está efetuando uma aplicação de dados contínuos e modificando em tempo real o ambiente virtual (CECIN; TRINTA, 2007).

Existem outros gêneros de jogos com destaque, como o MOBA e RTS. MOBA é um tipo específico de jogo multiusuário, onde uma determinada quantidade de jogadores se enfrenta em duas equipes em busca de uma vitória (DRACHEN *et al.*, 2014). Já o RTS é um sub-grupo dos jogos de estratégias. Esse tipo de *video games* se concentra na estratégia em tempo real, onde os jogadores controlam unidades e recursos em um ambiente contínuo e em constante mudança.(ELFEKY *et al.*, 2021). Mesmo com diferentes estilos, existem elementos em comum entre eles. Questões como a arquitetura cliente–servidor e o protocolo *User Datagram Protocol* (UDP) são exemplos desses recursos (GLAZER; MADHAV, 2015). A Tabela 1 apresenta as características dos gêneros de jogos encontrados no mercado.

Tabela 1 – Especificações dos jogos segundo seus gêneros.

	FPS	RTS	MOBA
Arquitetura	Cliente Servidor	Cliente Servidor,peer-to-peer(P2P)	Cliente Servido
Jogadores	Poucos	Poucos	Muito
Servidores	Muitos	Poucos	Poucos
Protocolo	UDP	UDP	UDP
Sensível a perda	Sim	Não	Sim
Exemplo de Jogo	Valorant CS:GO	Empire Earth, Starcraft II	Dota,League of Legends

Fonte: Produzido Pelo Autor

Conforme a Tabela 1, apesar de ter poucos jogadores, o FPS tem muitos servidores,

o que se deve ao fato de ser uma aplicação que requer muitos recursos de rede, tornando-se, assim, um jogo diretamente afetado pelos fatores de latência, taxa de transferência, dentre outros.

3.3 Counter-Strike: Ofensiva Global

Lançado em 2012 como o quarto jogo da icônica série Counter-Strike, o Counter-Strike: Ofensiva Global (CS:GO) rapidamente se tornou uma sensação global, atraindo jogadores casuais, entusiastas de *eSports* e profissionais competitivos. Além disso, o CS:GO se consolidou como um jogo de destaque no mercado de consumo (RIZANI; IIDA, 2018).

O jogo é distribuído gratuitamente na plataforma de jogos Steam ¹ sendo desenvolvido pela empresa Valve. O CS:GO propõe uma simulação real de um combate armado entre duas equipes em diferentes mapas. Desse modo, o jogo consiste em diferentes modos de jogo e para cada modo tem um objetivo, os quais tem mais visibilidade são o estilo clássico competitivo e demolição. O modelo clássico é a jogabilidade que tornou o CS:GO mundialmente conhecido, que se baseia em uma partida composta por dez jogadores divididos em duas equipes de cinco com um formato de 30 rounds, seguindo as regras competitivas do Counter-Strike. O gênero demolição tem como premissa que os jogadores joguem diversos rounds de ataque e defesa, tendo como objetivo de ataque armar uma bomba e, da defesa, impedir a implantação do explosivo numa série de mapas concebidos para partidas de curta duração.

O CS:GO oferece duas opções de grupos de avatares, essas escolhas ficam ilustradas na Figura 3.

Figura 3 – Exemplo de Personagens Usados no Jogo



Fonte: <https://maisesports.com.br/csgo-substituicao-ct-terrorista/>

A equipe que estiver na defesa utilizará personagens com características de um grupo contra-terrorista (Figura 3A). Os usuários que forem do ataque terão traços de terrorista

¹ https://store.steampowered.com/app/730/CounterStrike_Global_Offensive/

(Figura 3B). Uma das nomenclaturas mais usadas pelos jogadores de CS:GO é a sigla TR para se referir ao grupo de ataque e CT para os jogadores de defesa. Além disso, as siglas TR e CT são abreviações dos respectivos esquadrões terrorista e contra-terrorista. Ademais, não somente possuem uma estética distinta, como também os equipamentos disponíveis para às duas equipes são de natureza distinta.

Dessa forma, CS:GO foi escolhido devido sua destacável popularidade e por ser um jogo FPS. Além disso, possibilitar a criação de um servidor local para a simulação do CS:GO, dessa forma, contribuindo para a realização dos testes.

3.4 Infraestrutura De Rede

Infraestrutura de rede consiste em elementos de *hardware*, *software* e protocolos. Tal estrutura é necessária para estabelecer a conectividade, comunicação e transferência de dados eficiente entre dispositivos em uma rede (KUROSE; ROSS, 2006).

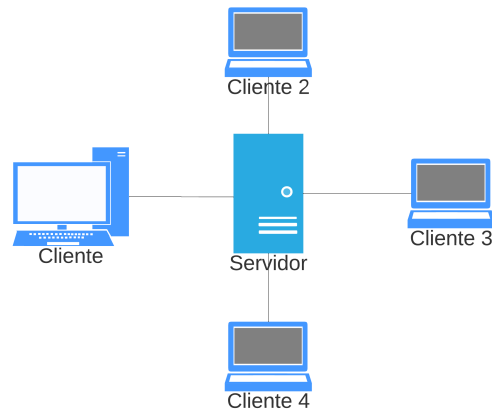
Em relação à infraestrutura de rede, é possível mencionar a arquitetura cliente-servidor, que pode ser compreendida como sendo composta por dois elementos fundamentais: o cliente que enviará solicitações em forma de mensagens e o servidor que irá interpretar as mensagens e posteriormente responder à requisição do cliente (KUROSE; ROSS, 2006). O UDP é um protocolo presente na camada de transporte que fornece um método para os aplicativos enviarem mensagens para outras aplicações com um mínimo de esforço. De tal forma, a escolha do UDP é essencial para o melhor funcionamento da aplicação já que é um protocolo simples, por consequência, com baixo tempo de resposta (TANENBAUM; WETHERALL, 2011). Além disso, esse tipo de desempenho é crucial para aplicações como jogos, que requerem uma resposta rápida, proporcionando uma jogabilidade agradável e sem atrasos. A Figura 4 ilustra uma arquitetura cliente-servidor.

Além da arquitetura apresentada, é importante mencionar indicadores como a taxa de transferência, a latência e perda de dados, considerados para avaliar a qualidade de uma infraestrutura de rede.

Taxa de transmissão: é descrita como o número médio de bits por unidade de tempo que passam entre equipamentos numa rede (KUROSE; ROSS, 2006). Dessa forma, a taxa de transmissão fornece a velocidade média do deslocamento do pacote da origem para o destino dele.

Latência: é definido como sendo o atraso decorrido entre o envio de um pacote de

Figura 4 – Exemplo Simplificado de uma Arquitetura Cliente-Servidor



Fonte: Produzido Pelo Autor

dados de um dispositivo emissor para um dispositivo receptor (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

Perda de pacotes: pode ser compreendido como quando a informação é perdida no caminho entre sua fonte e seu destino. Normalmente essa perda ocorre nas filas que se forma nos comutadores (KUROSE; ROSS, 2006).

Como parte da infraestrutura de rede, a WLAN é a estrutura adotada para desenvolver um sistema de rede sem-fio que permite a interação dos dispositivos com à *internet*. Além disso, é possível pontuar de forma simplificada essa arquitetura em quatro elementos-chave (KUROSE; ROSS, 2006):

Ponto de acesso sem fio (AP): é um dispositivo que recebe o sinal da rede (de forma cabeada ou sem fio) e disponibiliza o sinal Wi-Fi para outros dispositivos eletrônicos conectados ao AP. Além disso, exemplos de AP são roteadores, antenas e dentre outros.

Hospedeiro sem fio: são os equipamentos que recebem acesso sem fio e executam aplicações. Um hospedeiro sem fio pode ser um notebook, um celular e dentre outros. Os hospedeiros em si podem ser móveis ou não.

Enlace de comunicação sem fio: é capacidade dos dispositivos trocarem informações sem o uso de um meio físico para sua propagação. Essa forma de transmissão de informação ocorre devido o uso do padrão IEEE 802.11, que define uma arquitetura para as redes sem fio, baseada na divisão da área coberta pela rede em células.

Basic Service Set (BSS): pode ser compreendido como sendo uma unidade funda-

mental de organização em uma rede WLAN e é composto por um ponto de acesso e todos os dispositivos finais, que estão associados a esse ponto de acesso.

A WLAN utiliza o *wi-fi* do padrão IEEE 802.11 (KUROSE; ROSS, 2006). Além disso, o padrão mencionado anteriormente possui diversas variâncias, porém as principais são 802.11b, 802.11a e 802.11g. O elemento que gerá essas diferenças é a faixa de frequências. Na Tabela 2 é detalhado informações referentes aos padrões supracitados.

Tabela 2 – Principais Variâncias do Padrão IEEE 802.11

	802.11A	802.11B	802.11 G
Faixa de frequência	5,1–5,8 GHz	2,4–2,485 GHz	2,4–2,485 GHz
Taxa de dados	até 54 Mbits/s	até 11 Mbits/s	até 54 Mbits/s
Protocolo	MAC	MAC	MAC

Fonte: Produzido Pelo Autor

Um elemento comum entre as variações do padrão apresentado na tabela, é o uso do protocolo *Media Access Control* (MAC). O MAC é responsável por evitar colisão de dados nos terminais, garante a integridade e a ordem dos pacotes transmitidos entre os dispositivos em uma rede (KUROSE; ROSS, 2006). Em uma rede sem fio, é fundamental verificar as colisões, uma vez que é utilizado um meio não confiável de transmissão de dados.

3.5 Streaming

Nos últimos anos, o número de dispositivos com acesso à *internet* cresceu significativamente, o que impulsionou a visibilidade de aplicações que se enquadram na categoria do *Streaming Over-The-Top* (OTT) (LEE *et al.*, 2021). OTT é uma aplicação de mídia que conduz distribuição de conteúdos via *internet*. Essa conexão é feita diretamente entre a plataforma e o usuário final (LEE *et al.*, 2021). A escolha de utilizar um programa de transmissão de vídeo neste trabalho se deve à sua notoriedade na sociedade e relevância na geração de tráfego em residências domésticas (CISCO, 2020). A Tabela 3 demonstra o consumo de *Gigabyte* (GB) por hora para reproduzir vídeos em diferentes resoluções na plataforma Disney+.

Tabela 3 – Consumo de Internet da Disney+ Pelo Navegador

	4K Ultra HD	1080 HD	HD	SD
Consumo de dados	7,7 GB por hora	4,2 GB por hora	1,2 GB por hora	0,6 GB por hora
Qualidade do áudio:	Dolby Atmos	Estéreo	Estéreo	Estéreo

Fonte: https://help.disneyplus.com/cspid=csp_article_content&article=data-usage

O serviço de vídeo selecionado para esse trabalho foi a plataforma Disney+². A escolha específica por essa aplicação deu-se devido à vasta variedade de filmes em 4K disponíveis e ao fato de ser o serviço mais recente em comparação com outras marcas no mercado. Produções de 4K pode ser compreendidas tendo uma resolução de 3840×2160 pixels (ACHARYA; PETRIN, 2012). Além disso, a Disney+ pertence à categoria de serviço de *streaming* OTT e de *Subscription Video on Demand* (SVOD). SVOD é uma forma de compartilhamento de conteúdo audiovisual por assinatura, que permite aos usuários escolherem e assistirem filmes em um catálogo quando desejarem, em vez de seguirem uma programação fixa como é a proposta oferecida em canais de TV (HUANG *et al.*, 2007). Dessa forma, com o SVOD, os usuários têm controle total sobre o conteúdo que desejam assistir.

Além do SVOD, existe o *Video Advertising on Demand* (AVOD) e *Transactional Video on Demand* (TVOD). AVOD pode ser definido como sendo modelos de entrega de conteúdo audiovisual no qual o usuário tem livre acesso aos vídeos, mas esse material visual contém inserções publicitárias (LEE *et al.*, 2021). TVOD poder ser compreendido como uma plataforma que o usuário paga via uma transferência apenas pelo conteúdo que deseja ver (GRECE; FONTAINE, 2017). Na Tabela 4 demonstras algumas características de diferente aplicações audiovisuais.

Tabela 4 – Exemplos de Aplicações de Vídeo

Características	Disney+	YouTube	Google Play
Tipo	VOD	AVOD	TVOD
Preço	R\$ 33,90/ mês	—	—
Usuários	Poucos	Muitos	Poucos
Sensível a perda	Sim	Sim	Sim

Fonte: Produzido Pelo Autor

Conforme a Tabela 4 é possível observar um elemento em comum entre essas diferentes categorias de serviços. Esse fato é encontrado na linha sobre a sensibilidade de perda, nesse caso a perda se refere aos pacotes em uma conexão.

3.6 Métricas estabelecidas para o jogador

Os usuários e a jogabilidade são os elementos fundamentais para os jogos (WOLF; PERRON, 2014). Além disso, é preciso estabelecer critérios para avaliar a experiência do jogador em diferentes condições de rede. As métricas escolhidas para este trabalho foram:

² <https://www.disneyplus.com/pt-br>

Kills, Deaths e Assists (KDA): é responsável por atribuir uma pontuação ao jogador com relação aos seus abates, mortes e assistências. A relação é dada pela fórmula: $R=(K+A)/\max(1,D)$, onde K é o número de abates, A é o número de assistências e D é o número de mortes do jogador durante a partida (SAPIENZA *et al.*, 2018).

Quantidade de rounds: será o número de rounds totais no final de cada partida. Esse valor indicará se as condições de rede interferiram na duração das partidas.

Gold: o ouro geralmente é a moeda do jogo que os jogadores ganham ao derrotar inimigos ou realizar outras ações importantes no jogo. Esse ouro é então usado para comprar itens que melhoram as habilidades e estatísticas dos personagens.

Taxa de headshot: é uma métrica que mede a porcentagem de tiros que um jogador faz que acertam a cabeça do oponente. Esta é uma informação importante no jogo, pois tiros na cabeça geralmente causam mais danos do que tiros em outras partes do corpo.

Taxa de acerto: a taxa de acerto geralmente se refere à precisão de um jogador ao disparar utilizando alguma arma. A precisão é uma consideração crucial no CS:GO, já que a jogabilidade é altamente competitiva e até mesmo pequenas diferenças na habilidade de mira podem ter um impacto significativo no resultado do jogo. Além disso, foi utilizado o modelo genérica para calcular a métrica mencionada anteriormente para todos os cenários. Tal fórmula dada por:

$$\text{Taxa de Acerto (\%)} = \left(\frac{\text{Tiros Acertados}}{\text{Total de Tiros}} \right) \times 100$$

4 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo serão apresentados os trabalhos relacionados a esta pesquisa, apresentando as características comuns e o diferencial desta pesquisa em relação às demais.

No trabalho de (MOURA, 2018), foi realizado uma análise do impacto de diferentes condições de rede sobre a jogabilidade em um MOBA. O jogo selecionado foi o Dota 2. Os motivos estabelecidos pelo autor para a escolha desse jogo foi por ter destaque no mercado e ser um jogo gratuito. Além disso, tal jogo gerava a possibilidade de simular um servidor local. Dessa forma, contribuindo para uma maior precisão nos testes. Na realização dos ensaios, foram utilizados voluntários com diferentes níveis de conhecimento em relação ao jogo. Para os experimentos foram criados algumas métricas e cenários. As métricas usadas foram o tempo de partida, KDA (Kills, Deaths e Assists), “farm” (quantidade de minions que o personagem abateu durante a partida), ouro coletado e nível de cada jogador. Os cenários estabelecidos tinham como foco latência, perda de pacotes e taxa de transmissão. Com testes preliminares, o autor identificou que a taxa de transmissão não tinha um real impacto no jogo analisado. Foram criados nove cenários de teste, com computadores conectados em um *switcher*. A cada experimento, haveria um aumento na latência e na perda de pacotes, em comparação com o cenário anterior. As ferramentas utilizadas no trabalho foram a *Clumsy 0.2*, por ser uma ferramenta capaz de realizar simulação de alguns fatores na rede, como latência, perda de pacotes, duplicação de pacotes e dentre outras. Também, foi utilizado o *Wireshark*, por ser um aplicativo capaz de capturar os pacotes em uma rede. Em suma, foi identificado que as diferentes condições de rede têm uma influência maior sobre o “farm” e o ouro coletado de jogadores mais experientes, ou seja, voluntário com pontos melhores, indivíduos que farmaram mais e jogadores que coletaram mais ouro. Ainda por cima, foi constatado que as condições de rede afetam o desempenho de um usuário que joga MOBA, independente do nível de conhecimento do jogo, e por mais que ele consiga se adaptar as situações de rede, seu desempenho é afetado.

Também o estudo realizado por (ALEXANDRE, 2014), apresenta uma análise do impacto causado pela alteração de fatores na rede entre cliente e servidor em uma partida, porém o trabalho utiliza um jogo de estratégia, e assim analisa a influência na jogabilidade do usuário, mediante dados coletados em diferentes cenários de rede criados. O jogo selecionado foi o *Apocalypse of the Dead*. A investigação é feita a partir de dados coletados pelo jogo no decorrer da partida. Por consequência, essas informações adquiridas são pontuação econômica, pontuação militar, pontuação exploração e pontuação total. Além disso, os experimentos foram

compostos por jogadores inexperientes e experientes. Do mesmo modo, para a realização dos experimentos foram criados cinco cenários com variações dos seguintes fatores a qual a rede é submetida: taxa de transmissão, atraso de pacotes, perda de pacotes e as formas diferentes formas de transmissão. Os cenários desenvolvidos utilizaram diferentes meios de comunicação, como *Digital Subscriber Line* (ADSL), WI-FI e dentre outras. Conforme avançavam na criação dos testes foram aumentados os valores das variáveis de largura de banda e da perda de pacotes. Os resultados obtidos no trabalho citado apresentaram que, nos piores cenários, as condições de rede afetaram sim o desempenho tanto de usuários experientes quanto inexperientes, mas alguns problemas foram encontrados. O primeiro cenário serviu mais para adaptação dos jogadores do que para um teste real, pois mesmo sendo o melhor cenário foi onde a maioria dos jogadores obteve o pior desempenho. O quarto e quinto cenários não foram implementados por dificuldades de falta de equipamento, segundo o autor não podendo assim confrontar condições de redes diferentes.

O trabalho de (OLIVEIRA, 2017) analisa a geração de tráfego a partir de uma aplicação de distribuição de jogos. A plataforma usada foi a Playstation Network (PSN). A escolha da PSN se deu devido sua destacável popularidade e por possuir um acentuado tráfego de *downloads*. Para a realização dos testes foram desenvolvidos três cenários. O primeiro foi utilizando rádio com conexão de 20Mbps. Além disso, o segundo recorre à conexão ADSL de 20Mbps. Ademais, o último opera com uma fibra de conexão 20Mbps. As métricas utilizadas foram taxa de vazão, volume de tráfego, atraso, tamanhos do pacote, tempo de intercalação dos pacotes. As ferramentas utilizadas foram o Mikrotik Routerboard (RB-750) e *tcpdump*. Além disso, o RB-750 foi usado para o chamado espelhamento de porta. Ademais, *tcpdump* foi usado para a captura do tráfego. Os resultados obtidos foram que a taxa de vazão se comportou similarmente entre os três cenários. Além disso, o volume do tráfego do protocolo UDP foram consideravelmente maiores que o protocolo TCP. Ademais, o atraso se comportou conforme as tecnologias usadas. Por último, a intercalação de pacotes mostrou-se maior na entrada de dados que na saída.

O trabalho realizado por (CARRASCOSA; BELLALTA, 2022) tem o objetivo de analisar o tráfego de rede em jogos executados utilizando computação em nuvem. A plataforma utilizada para geração de tráfego foi o Google Stadia. A escolha dessa aplicação de distribuição de *video games* foi devido sua destacável popularidade e por fornecer diferentes qualidades de resolução de vídeo. Além disso, foram utilizados diversos gêneros de jogos para os testes, como

FPS, corrida e dentre outras. Assim sendo, a escolha de diferentes tipos de jogos ocorreu por permitir uma análise mais minuciosa das questões de rede. Os experimentos foram realizados em um apartamento em Barcelona. Além disso, a rede consistia em um laptop conectado a um *wi-fi-ap* atuando como um *switch Ethernet.4*. O AP é um TP-Link Archer C7 v.5.0 executando OpenWRT 19.07.2.5. Ademais foi utilizado *Wireshark*. Os resultados obtidos foram que o Google Stadia se adequa com destaque em diferentes condições de rede. Além disso, foi identificado que a latência foi um dos principais elementos para definir se um jogo estava ou não sendo executado sem prejudicar a jogabilidade do usuário. Ademais, a resolução usada em jogos em nuvem tem um efeito destacável na rede.

Na Tabela 5 demonstra os elementos que se relacionam e diferenciam entre os trabalhos relacionados e esta pesquisa.

Tabela 5 – Trabalhos relacionados

	MOURA, 2018,	ALEXANDRE, 2014	OLIVEIRA, 2017	CARRASCOSA, 2022	Este trabalho
Wi-Fi	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Jogo	Dota 2	Apocalypse	Não se aplica	Diversos	CS:GO
Gênero do jogo	MOBA	RTS	Não se aplica	Diversos	FPS
Streaming	Não	Não	Não	Não	Sim
Latência	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Perda de pacotes	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Taxa de transmissão	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Produzido pelo autor

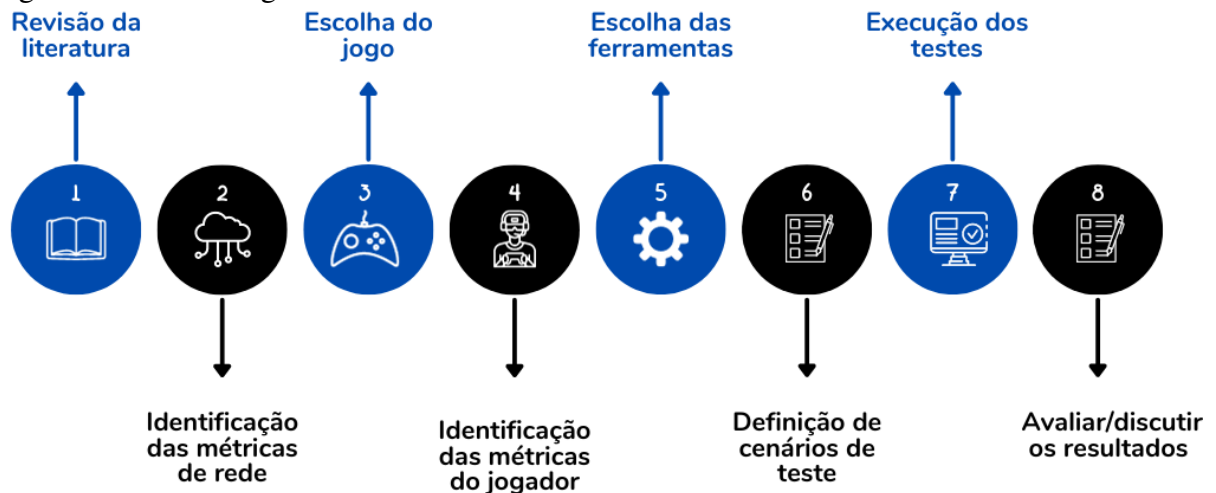
Esta pesquisa se relaciona aos trabalhos de Moura (MOURA, 2018) e Alexandre (ALEXANDRE, 2014), pois ambos testam jogos multiusuários, sendo que os mencionados usam RTS e MOBA respectivamente. Além disso, este trabalho se difere dos estudos mencionados anteriormente devido adicionar uma aplicação de *streaming* funcionando em rede. Já Olivera (OLIVEIRA, 2017) se correlata com esse trabalho devido ambos usarem fatores de rede para avaliar uma aplicação sensível à perda de dados. No estudo de Carrascosa (CARRASCOSA; BELLALTA, 2022), se relaciona devido à análise de jogos em uma rede *wi-fi*, mas se difere desse estudo porque os testes são executados em um ambiente de programação em nuvem.

A principal diferença desta pesquisa em relação aos trabalhos apresentados, se dá pela utilização do jogo CS:GO e adicionar uma aplicação de streaming durante o uso.

5 METODOLOGIA

Esta pesquisa realizou uma análise sobre as principais métricas usadas na literatura referente ao desempenho de um jogador e da rede, para avaliar como as diversas condições de rede afeta tais parâmetros. Além disso, propõe a adição de um aplicativo de distribuição de vídeo nos testes. Na Figura 5 são apresentados os passos, que foram adotados nesse trabalho.

Figura 5 – Metodologia



Fonte: Produzido Pelo Autor

5.1 Revisão da Literatura

A revisão da literatura para este trabalho teve como objetivo buscar estudos que envolvessem os seguintes temas: jogabilidade, FPS, redes WLAN, *streaming* e análise de tráfego de rede. A verificação desses assuntos teve como apoios livros e artigos. Além disso, a compressão de jogabilidade se fundamentou principalmente em livros para sua definição e percepção. Elementos referentes ao FPS, *streaming* e estudos de tráfego de rede teve como sua principal fonte de dados artigos encontrados utilizando a plataforma Google Acadêmico¹. Na plataforma anteriormente mencionada foram utilizados os seguintes termos para a busca dos artigos: "*game traffic analysis*", "*gameplay in shooting games*" e "*network metrics in multiplayer games*". Além disso, foi definido um período de busca entre 2013 até 2023, tendo uma ocorrência de retorno de 35 artigos. Ademais, foram utilizados os filtros para selecionar os artigos com maior relevância na plataforma utilizada. Os livros utilizados nesse estudo para consolidar questões referentes a rede, são encontrados com destaque na bibliografia básica da disciplina de

¹ <https://scholar.google.com.br/?hl=pt>

Rede de Computadores, como, por exemplo, o livro *Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down*, do autor Jim Kurose (KUROSE; ROSS, 2006).

5.2 Definição das Métricas de Desempenho de Rede

Para definir as métricas utilizadas nesse trabalho, foram selecionadas a partir dos trabalhos relacionados e da noção de qualidade de infraestrutura do Kurose (KUROSE; ROSS, 2006).

Os estudos realizados por (MOURA, 2018) e (ALVES, 2010) contribuíram para a definição dos critérios de rede. Dessa forma, (MOURA, 2018) utiliza latência, perda de pacotes e taxa de transmissão em uma conexão cabeada e enquanto (ALVES, 2010) debate sobre a importância da latência para um jogo multiusuário em WLAN.

Para averiguar se uma infraestrutura de rede segue os exigentes padrões estabelecidos no mercado, deve examinar diversos elementos, como taxa de transmissão, latência e entre outros (KUROSE; ROSS, 2006).

Tanto no livro do Kurose (KUROSE; ROSS, 2006) quanto nos trabalhos relacionados foram identificados alguns parâmetros utilizados por ambas as partes. Para a seleção das métricas foram ponderadas na questão de complexidade de testar e na relevância para este estudo. Dessa forma, foram selecionados os seguintes fatores **taxa de transmissão, latência e perda de pacotes**.

Na taxa de transmissão espera-se observar o tempo médio para a chegada do pacote enviado do servidor para a máquina que está executando o jogo. Na latência e na perda de pacotes espera averiguar a inferência e o grau de consequência nas métricas definidas para análise de desempenho do jogador.

5.3 Escolha do Jogo para Análise

A escolha do FPS se motivou por ser um estilo de jogo consolidado no mercado de entretenimento (BOYER, 2011), e pelo fato de na pesquisa bibliográfica foi definido o FPS sendo o gênero de jogo mais impactado pelos fatores de redes selecionados. Além disso, nesse trabalho o jogo exigia ser gratuito e prover uma simulação de um servidor local e não um servidor provido da empresa que desenvolveu. Foram pesquisados jogos com essas características. Um dos jogos observados foi o Valorant, mas o mesmo não possui a opção de instalar um servidor localmente.

Outro jogo observado foi o CS:GO, devido sua destacável popularidade. Dessa forma, a escolha do CS:GO se deu devido atender as exigências mencionadas anteriormente.

5.4 Definição das Métricas para Avaliação do Desempenho do Jogador

A definição dos fatores para quantificar a atuação de um usuário serão elementos da jogabilidade, como KDA, a quantidade de *rounds*, *gold*, taxa de *headshot* e taxa de acertos. Além disso, os critérios mencionados anteriormente serão fornecidos pelo jogo no fim de cada partida.

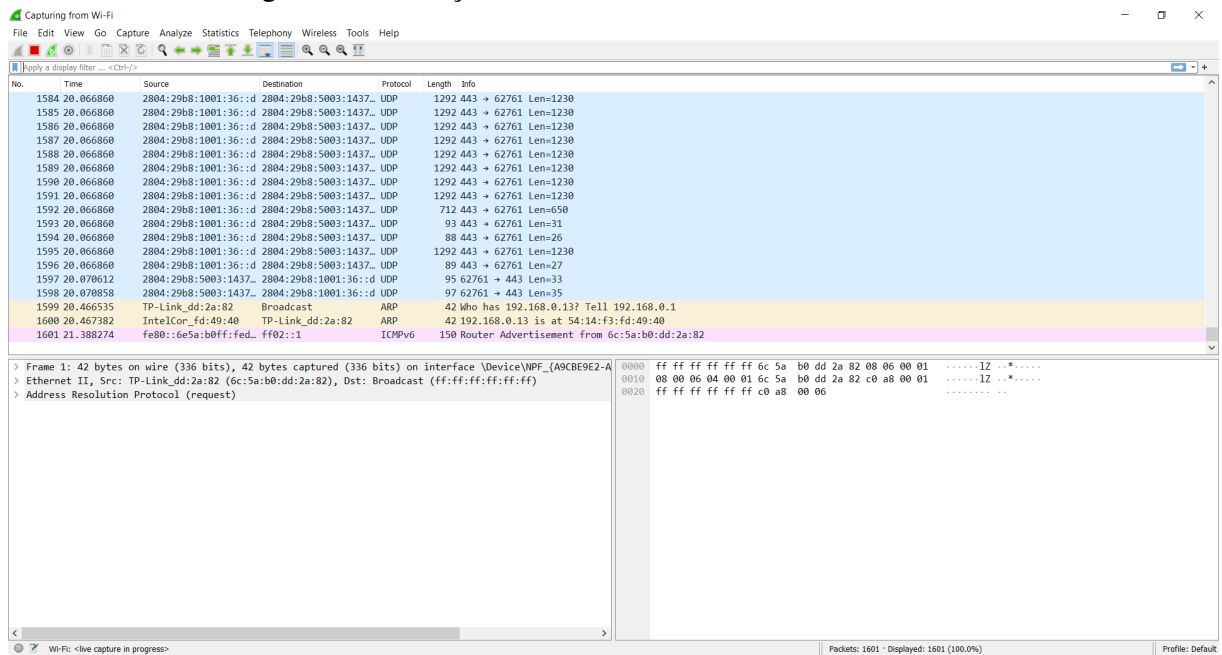
O KDA é responsável por atribuir o rendimento de um jogador em uma partida. Outra métrica a ser observada é quantia de fases durante o jogo. Como as partidas têm variações de etapas, foi definido essa métrica, para comparação com outros testes subsequentes realizados. Além disso, o *gold* é um constituinte que muda conforme as partidas e pode influenciar diretamente o resultado de uma partida, dessa forma, será coletado no fim de cada *round*. Ademais, um *headshot* é uma das jogadas mais difíceis do gênero FPS, dessa forma a sua escolha irá indicar se mudanças de rede afetam diretamente movimentos, com um certo nível de complexidade. Por fim, a taxa de acertos contribuirá para medir a eficiência do jogador em acertar um alvo.

5.5 Seleção das Ferramentas

Para a realização dos testes foram utilizadas ferramentas de apoio, tanto para a captura do tráfego da rede, quanto para simular condições de rede. Para coletar o fluxo gerado na WLAN será utilizado o Wireshark ². Na Figura 6 representa o funcionamento da funcionalidade de captura de tráfego de rede da ferramenta mencionada anteriormente. Além disso, demonstra as diversas informações que tal programa pode capturar em uma rede, dessa forma, mostrando a justificativa e sua popularidade no meio acadêmico e no mercado.

² <https://www.wireshark.org/>

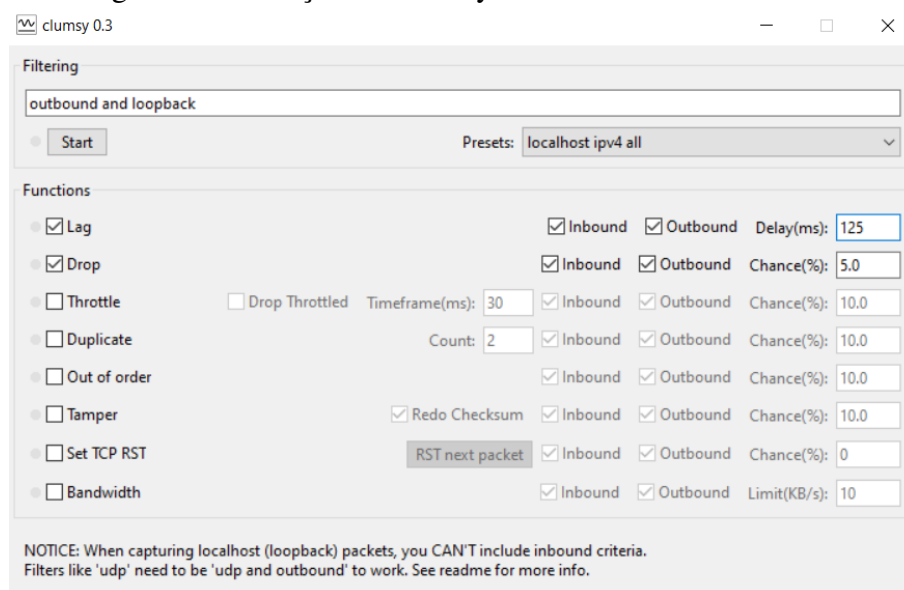
Figura 6 – Execução do Wireshark



Fonte: Produzido Pelo Autor

O Clumsy³ foi manuseado para simular diferentes condições de rede. As ferramentas mencionadas anteriormente são justificadas pelo fato de serem *softwares* de destaque no mercado e na revisão realizada nesta pesquisa. Na Figura 7 é apresentado a principal tela da ferramenta Clumsy.

Figura 7 – Execução do Clumsy



Fonte: Produzido Pelo Autor

Nessa imagem, são apresentadas várias categorias de métricas de rede utilizado para

³ <http://jagt.github.io/clumsy/download.html>

a simulação de cenários de rede.

5.6 Definição dos Cenários de Testes

Antes das execuções dos testes foi submetido um formulário para averiguar o nível de domínio dos voluntários referentes ao mundo dos jogos e especificamente ao gênero FPS. Ademais, após o encerramento de cada cenário era submetido um formulário para coletar a experiência do jogador no teste. Além disso, esteve presente a soma de quatro voluntários nos testes.

Os testes foram realizados no estilo demolição do jogo CS:GO, seguindo as normas (padrões) do jogo. A modalidade demolição foi escolhida por ser um sistema que requer comunicação e organização por parte dos jogadores para alcançarem a vitória, além de ser uma das formas mais populares de jogar no CS:GO. Além disso, o mapa mirege foi utilizado com a categoria demolição para a realização dos experimentos. A definição das equipes para cada teste ocorreu inicialmente de forma aleatória, para o restante dos testes os grupos foram formados de modo a não repetir a mesmas duplas anteriores.

Para Cecin e Trinta (CECIN; TRINTA, 2007) jogos FPS multiusuários de tempo real exigem uma latência aceitável de 100ms. Por consequência, foi definida uma variação da latência a partir do valor de 100ms, sendo utilizados em 125ms, 150ms e 200ms. Além disso, uma taxa de perda de pacotes entre 0,5% e 5% foram os valores identificados na literatura (MOURA, 2018). A taxa de transmissão não será modificada, mas sim será analisado o comportamento dela, no decorrer do estudo.

Os testes serão divididos em duas partes: a primeira será composto por usuários mais as métricas de rede. A segunda parte terá os voluntários e em paralelo será adicionado uma reprodução de filmes do catálogo da Disney+.

5.6.1 Parte 1: Análise de Jogadores e Métricas de Rede

Nesta primeira parte os experimentos seguem a seguinte estratégia: o primeiro teste foi realizado sem interferência nas métricas, ou seja, a latência e perda de pacotes não serão alterados. Após isso, foi adicionado as métricas de rede e aumentados os seus valores em ordem crescente ao final de cada teste. Na Tabela 6 é exemplificada a estratégia adotada na primeira parte, com os aumentos dos valores de latência.

Tabela 6 – Cenários Projetados Para a Parte 1 dos Testes

	Latência	Perda de pacotes
Cenário 1	Sem modificação	Sem modificação
Cenário 2	125 ms	5%
Cenário 3	150 ms	5%
Cenário 4	200 ms	5%

Fonte: Produzido Pelo Autor

5.6.2 Parte 2: Análise de Jogadores e Streaming

Na segunda parte do estudo teve como elementos os jogadores e uma aplicação de vídeo que reproduza filmes com diferentes resoluções. Além disso, as métricas de redes não serão modificadas, com o intuito de simular os possíveis impactos de uma aplicação de vídeo em um jogo. Para uma melhor precisão na geração do tráfego de rede do *streaming*, foi definido que cada cenários da parte 2 reproduziria filmes que tem como seu máximo de qualidade de vídeo, sendo o estabelecido para cada teste. Além disso, na aba de qualidade de vídeo presente na plataforma foi marcada a opção de consumo de rede que se aproxime do real consumo que cada nível de qualidade de vídeo proporciona. Essas informações estão exemplificadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Cenários Projetados Para a Parte 2 dos Testes

	Resolução
Cenário 1	Sem reprodução
Cenário 2	1080p
Cenário 3	4K

Fonte: Produzido Pelo Autor

5.7 Execução dos Testes

Para a realização dos testes, foi utilizada a arquitetura cliente-servidor, um computador foi responsável pela execução do servidor do jogo, bem como pelas ferramentas de simulação de rede e captura de tráfego de rede. Além disso, os dispositivos dos voluntários tiveram a função de serem clientes que enviavam solicitações até o servidor.

Na parte 1 dos testes já supracitados, foram muito similares com a organização básica mencionada anteriormente, porém, terá o incremento das variáveis de rede e suas variações de valor.

Na parte 2 seguiu a mesma infraestrutura, porém, com a adição de um serviço de *streaming* sendo executada na mesma rede da aplicação do jogo. Foi utilizado outro notebook,

para a execução do aplicativo de reprodução de vídeo.

5.8 Análise

No fim de cada teste foi submetido para os voluntários formulários referente aos cenários testados. As perguntas presentes nos formulários tinham como objetivo avaliar a experiência ao jogar em condições atípicas geradas em cada experimento. Todos os formulários utilizados para cada cenário tanto da parte 1 quanto na 2 tiveram as mesmas perguntas.

Os dados coletados diretamente do jogo foram dispostos em tabelas e analisados com base em conceitos da estatística descritiva, incluindo medidas como média, mediana e desvio padrão. Essas medidas mencionadas anteriormente fornecem informações sobre a tendência central, dispersão e distribuição dos dados.

Para avaliar a taxa de transmissão foi usada a funcionalidade do Wireshark e sua exibição será usando gráfico. Além disso, para examinar o KDA e *gold* foi selecionado os conhecimentos referentes a soma total, média e mediana. Para a quantidade de *round* e *headshot* foi discutido sobre tais medidas. Por fim, utilizando o desvio padrão para averiguar a taxa de acerto de cada jogador. Todas as métricas referentes ao jogador foram utilizadas tabelas para a sua representação. Essa metodologia de análise esteve presente tanto na parte 1 quanto na 2.

6 RESULTADOS

6.1 Perfil dos Participantes

Para cada participante foi designado um número que o represente, dessa forma, terá jogador 1, jogador 2, jogador 3 e jogador 4. O motivo para não identificação dos jogadores foi para proteger suas identidades. Dessa forma, sendo atribuído números. Antes do início dos testes foi apresentado um formulário com o intuito de mapear o perfil dos participantes. O resultado obtido representa o grau de contato dos usuários com o mundo dos jogos eletrônicos e em especial o do gênero FPS. Na Tabela 8 representa as repostas coletadas por meio do formulário utilizado.

Tabela 8 – Participantes

Jogador	Idade	Freq. Jogar	Contato com jogos	FPS	CS:GO	Experiência CS
1	19	Muito	8 anos	Sim	Não	Iniciante
2	22	Pouco	5 anos	Sim	Não	Iniciante
3	21	Médio	8 anos	Sim	Sim	Avançado
4	21	Médio	8 anos	Sim	Sim	Médio

É possível observar algumas semelhanças entre os participantes, como a idade, frequência de jogar, contato com jogos e todos têm familiaridade com o gênero FPS. Já as diferenças entre os jogadores estão registradas na coluna CS:GO, que representa se os participantes tinham conhecimento prévio do jogo. Também existe um desequilíbrio no nível de habilidade entre os jogadores. Dessa forma, os níveis de dificuldade diferentes foram utilizados para coletar dados que possa representar distintas experiências com o CS:GO.

6.2 Parte 1: Cenário 1 - Aquecimento

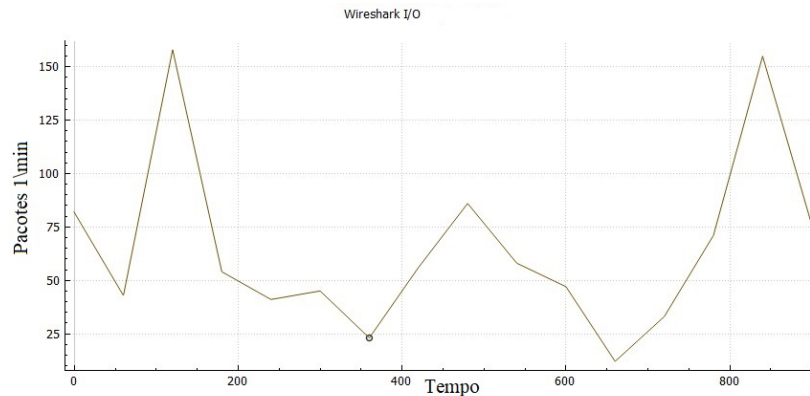
O cenário 1 tanto da parte 1 quanto na 2 serviu como um aquecimento e uma forma dos participantes entender a dinâmica dos testes. Dessa forma, não houve coleta de dados. Esse acontecimento se deu devido os jogadores 1 e 2 nunca terem jogado o CS:GO.

6.3 Parte 1 : Cenário 2 - Taxa de transmissão = 125 ms

A primeira equipe, composta pelos jogadores 1 e 3, começou como terroristas, enquanto a segunda equipe, composta pelos jogadores 2 e 4, se mostrou como um grupo de

contra-terroristas. A Figura 8 representa a taxa de transmissão durante o teste.

Figura 8 – Taxa de Transmissão do Cenário 2



Fonte: Produzido pelo Autor

Na imagem, é possível visualizar uma instabilidade na taxa de transmissões. Não foi notado pelos jogadores e nem por quem estava aplicando o teste, inconstância de latência tenha interferido no jogo.

6.3.1 Métrica: KDA

Na Tabela 9 são apresentados os dados coletados de cada jogador em relação ao KDA no cenário 2 da parte 1 dos testes. Além disso, a equipe vencedora foi a que tinha os jogadores 1 e 3.

Tabela 9 – KDA Cenário 2

Jogador	Kills	Assists	Deaths	KDA
1	12	2	12	1,16
2	8	6	17	0,82
3	20	2	13	1,69
4	17	1	15	1,12

Fonte: Produzido pelo Autor

Na Tabela 9 é possível visualizar que o melhor KDA está associado como o jogador com o maior nível de experiência referente ao CS:GO. A média foi 1,19 e enquanto a mediana foi 1,16. Além disso, a expectativa é que o KDA de jogadores iniciantes sejam reduzidos conforme a condição de rede é deteriorada.

6.3.2 Métrica: Gold

A coleta desses dados ocorreu após os participantes realizarem as compras dos equipamentos no início de cada *round*. Para o *gold* de cada jogador será calculado separadamente dos períodos que o jogador jogue no CT ou no TR. Devido que no final do décimo quinto *round* ocorre a troca de lados e zera o dinheiro de todos os envolvidos. Na Tabela 10 é exibido os dados referente a essa métrica. Além disso, foi desconsiderada as casas decimais, devido o dinheiro presente no CS:GO ser composto somente por valores inteiros. A equipe formada pelos jogadores 1 e 3 começaram no lado do TR, em quando o outro grupo iniciou como CT.

Tabela 10 – Gold Cenário 2

Jogador	Total TR	Total CT	Média TR	Mediana TR	Média CT	Mediana CT
1	83400	8800	6415	6950	977	500
2	33350	20000	3705	2350	1538	1300
3	56950	9250	4380	3950	1027	300
4	19500	12150	2166	1700	1012	300

Fonte: Produzido pelo Autor

Conforme a Tabela 10 é possível visualizar duas questões. A primeira se refere a diferença entre a coluna Total TR e a Total CT. Esse fato ocorre devido à equipe dos jogadores 1 e 3 terem uma dominância no lado TR, dessa forma, acumulando mais ouro. O segundo ponto diz respeito aos equipamentos dos personagens do TR serem mais baratos em relação ao CT. Além disso, como mencionado anteriormente sobre a dominância dos jogadores 1 e 3, ocasionou deles jogarem menos partidas como CT. Dessa forma, esse fato também afetou os usuários 2 e 4, por isso essas diferenças em relação ao ouro.

O placar final do teste teve um total de 24 *round*. Totalizando 16 para o grupo dos jogadores 1 e 3, enquanto a equipe dos jogadores 2 e 4 fizeram 8. Essa diferença contribuiu para gerar a disparidade de ouro presente na Tabela 10.

6.3.3 Métrica: Headshot

É uma jogada complexa que se baseia em acertar a cabeça do inimigo, podendo ou não ocorrer em uma partida de CS:GO. Dessa forma, no cenário 2 não ocorreu tal jogada, com isso não foi possível realizar uma análise.

6.3.4 Acerto de Cada Jogador

A taxa de acerto se torna uma variável complexa para mensura quando é utilizado diferentes armas presentes no CS:GO. Cada arma tem seu nível de dificuldade e peculiaridades. Dessa forma, foi realizado um cálculo que considerou que todas as armas são equivalentes.

Para a elaboração da Tabela 11 foi considerado tanto o período que o jogador joga no CT como no TR.

Tabela 11 – Taxa de Acerto Cenário 2

Jogador	Taxa de Acerto
1	20%
2	18%
3	35%
4	30%

Fonte: Produzido pelo Autor

As piores taxas de acerto se refere ao que tem o nível de iniciante no CS:GO. Além disso, a tendência é que com a deterioração da rede essa taxa tende a piorar, devido ao atraso de percepção que o usuário terá com o aumento da latência e da perda de pacotes. Foi observado durante o teste que os jogadores 1 e 2 compravam armas da categoria de submetralhadoras, enquanto os jogadores 3 e 4 usavam fuzis. Deve ressaltar que os equipamentos usados pelos usuários 3 e 4 possuíam atributos que geravam uma melhor precisão (VUUREN, 2023). Para calcular o desvio padrão foi utilizado a taxa de acerto de todos os jogadores. Dessa forma, o desvio padrão desse cenário é de 8,99.

6.3.5 Experiência dos Usuários

No final de cada teste foi submetido um questionário para averiguar a experiência dos jogadores conforme a condição de rede do cenário jogado. A seguir serão listadas algumas repostas obtidas. Além disso, nesse cenário os participantes responderam somente a pergunta "Como você descreveria sua experiência de jogo no CS:GO em termos de suavidade e responsividade quanto a sua conexão de internet no Cenário 2?"

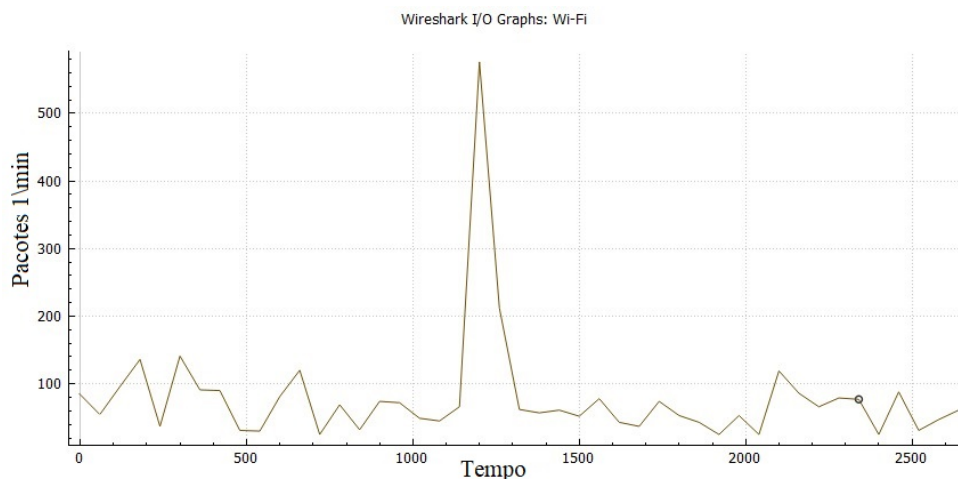
- Jogador 1 : "*Não tive problemas no jogo*"
- Jogador 2 : "*Um breve lag enquanto comprava os equipamentos na base*"
- Jogador 3 : "*Tudo normal, mas sentir um pouco mais de atraso na resposta do jogo*"
- Jogador 4 : "*Normal*"

Em questões gerais, o cenário 2 não causou nenhuma experiência negativa para os participantes e nem influenciou no resultado do jogo. Somente o jogador 3 percebeu a variação das condições de rede do cenário 1 para o 2. Além disso, nenhum jogador se sentiu prejudicado com as condições de rede. Foi detectado que ocorreu um evento com o jogador 2 que teve um problema de latência, mas como aconteceu fora de qualquer empate e ainda não prejudicou diretamente o resultado do jogo. Dessa forma, foi descartada uma observação mais detalhada sobre esse acontecimento.

6.4 Parte 1 : Cenário 3 - Taxa de Transmissão = 150ms

No cenário os jogadores foram divididos na seguinte forma, equipe 1 jogador 1 e 4. Enquanto a equipe 2 é composta por jogador 2 e 3. A Figura 9 representa a taxa de transmissão capturada no cenário 3.

Figura 9 – Taxa de Transmissão do Cenário 3



Fonte: Produzido pelo Autor

A Figura 9 demonstra uma taxa de transmissão com uma maior constância em relação ao da Figura 8. Uma hipótese para esse fato pode ser que um tempo mais longo presente na Figura 9, dessa forma, distribuindo melhor possíveis picos na taxa de transferência. Além disso, a Figura 9 teve uma quantidade maior de *rounds*. É possível observar um pico na taxa de transmissão. Durante esse ponto poderia ter acontecido algumas das anomalias que foi presente no teste.

6.4.1 Métrica: KDA

Na Tabela 12 são apresentados os dados de cada jogador em relação ao KDA no cenário 3 da parte 1 dos testes. Além disso, a equipe vencedora foi a que era composta pelos jogadores 1 e 4.

Tabela 12 – KDA Cenário 3

Jogador	Kills	Assists	Deaths	KDA
1	16	3	12	1,58
2	9	2	20	0,55
3	18	2	18	1,11
4	22	3	12	2,08

Fonte: Produzido pelo Autor

Conforme a Tabela 12 é possível ver uma mudança em comparação com a Tabela 9. O melhor KDA do cenário ficou com o jogador 4, que tem como nível de experiência média com o CS:GO. Essa melhora está atrelada ao baixo desempenho do jogador 2 e 3. Além disso, o cenário 3 ocorreu mais *rounds* que o cenário 2, dessa forma, foi possível obter um melhor KDA. A média ficou em 1,33 e enquanto a mediana foi 1,34. A expectativa da redução do KDA de jogadores iniciantes com a deterioração da rede ocorreu em parte devido à diminuição do KDA do jogador 2.

6.4.2 Métrica: Gold

A coleta desses dados ocorreu após os jogadores realizarem as compras dos equipamentos no início de cada *round*. Para o *gold* de cada jogador será calculado separadamente dos períodos que o usuário jogue no CT ou no TR. O motivo é que, no final do décimo quinto *round* ocorre a troca de lados e zera o dinheiro de todos os envolvidos. Na Tabela 13 são exibidos os dados referentes a essa métrica. Além disso, foram desconsideradas as casas decimais, devido o dinheiro presente no CS:GO serem valores inteiros. A equipe formada pelos jogadores 2 e 3 começaram no lado do TR, em quanto o outro grupo iniciou como CT.

Tabela 13 – Gold Cenário 3

Jogador	Total TR	Total CT	Média TR	Mediana TR	Média CT	Mediana CT
1	20850	37210	1603	1600	2658	1525
2	99000	29440	6600	7700	2264	2400
3	99300	27490	6620	8000	2114	1100
4	38250	28560	2942	1800	2040	1100

Fonte: Produzido pelo Autor

Conforme a Tabela 13 é possível visualizar mais equilíbrio de dinheiro quando comparado com a Tabela 10. Esse fato ocorreu devido no cenário 3, a vitória ter sido mais disputada do que no cenário 2. Além disso, no cenário 3 não foi possível que ambas as equipes conseguissem realizar várias vitórias de *rounds* em sequência. Dessa forma, foi necessário que acontecesse a compra de equipamentos com muito mais frequência que no cenário 2.

O placar final do teste teve 28 *rounds*. A equipe dos jogadores 1 e 4 obteve um placar de 16, enquanto a equipe dos jogadores 2 e 3 obteve 12. Esse equilíbrio é refletido na Tabela 13.

6.4.3 Métrica: Headshot

No cenário 3 somente o jogador 3 conseguiu realizar o acerto na cabeça do adversário. No total foi acertado 5 vezes, desse valor 4 *headshot* ocorreu contra o jogador 1. Além disso, esses *headshots* que o jogador 1 sofreu ocorreram no momento que ele foi acometido por atrasos de resposta do servidor pela latência e a perda de pacotes. O outro *headshots* ocorreu durante condições normais de jogo. Dessa forma, não tiveram dados suficiente para uma análise mais detalhada.

6.4.4 Acerto de Cada Jogador

No cenário 3 a taxa de acerto teve uma redução de aproximadamente 3% para os jogadores iniciantes e de 2% para os jogadores de nível médio e avançado em comparação com o cenário 2. Essas informações estão presente na Tabela 14.

Tabela 14 – Taxa de Acerto Cenário 3

Jogador	Taxa de Acerto
1	18%
2	16%
3	33%
4	28%

Fonte: Produzido pelo Autor

Conforme a Tabela 14 é possível visualizar uma redução em comparação com a Tabela 11. Além disso, a hipótese sobre a diminuição da precisão dos jogadores foi concretizada no cenário 3. Dessa forma, a tendência é que no cenário 4 ocorra outra redução dessa métrica. Foi detectado que os jogadores iniciantes começaram a comprar equipamentos com melhores atributos. Provavelmente se não começassem a utilizar melhores armas, a taxa de acerto teria diminuído ainda mais. Esse fato também pode ser associado para os outros participantes, devido eles permanecerem utilizando os melhores equipamentos. O desvio padrão calculado foi de 7%.

6.4.5 *Experiência dos Usuários*

No final de cada teste foi submetido um questionário para averiguar a experiência dos jogadores conforme a condição de rede do cenário jogado. A seguir será listado as respostas para as seguintes perguntas: "Quais são os principais desafios que você enfrenta ao jogar CS:GO em uma conexão de internet com alta latência e perda de pacotes? Como isso afeta sua jogabilidade?"

"Como você descreveria sua experiência de jogo no CS:GO em termos de suavidade e responsividade quando a sua conexão de internet no Cenário 3?"

- Jogador 1: *"Teve alguns lags, em vários momentos da partida"*
- Jogador 2: *"Atrapalhou a experiência por conta dos travamentos e lentidão"*
- Jogador 3: *"Muito atraso e falhas durante a partida"*
- Jogador 4: *"Não sabia se eu tinha ou não acertado o adversário"*

"Quais são os principais desafios que você enfrenta ao jogar CS:GO em uma conexão de internet com alta latência e perda de pacotes? Como isso afeta sua jogabilidade?"

- Jogador 1: *"Mira no adversário"*
- Jogador 2: *"A internet ruim gerou em alguns momentos o famoso "teletransporte" de personagens, onde os personagens parecem pular de um lugar para outro, tornando muito difícil acertar."*
- Jogador 3: *"Perdi a paciência e tomei decisões ruins"*
- Jogador 4: *"Atrasos entre as minhas ações e a resposta do jogo"*

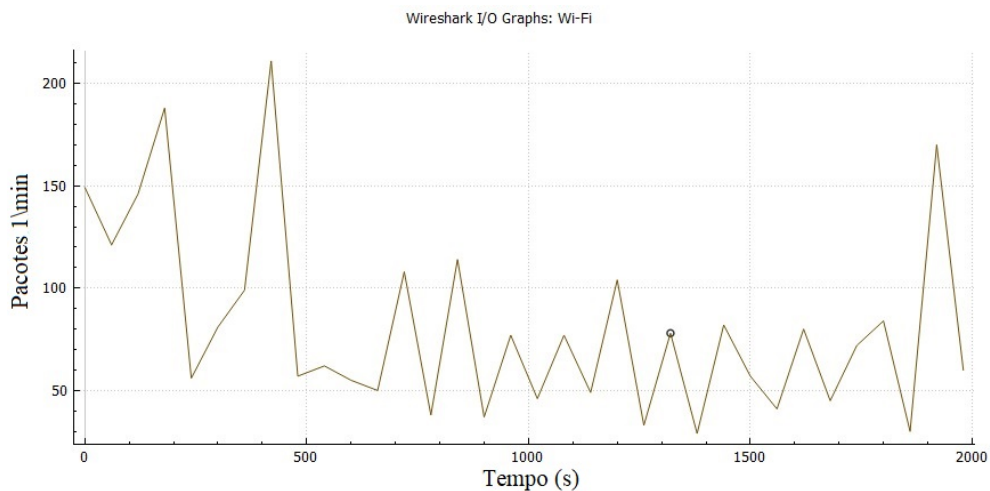
Em questões gerais, o cenário 3 causou experiências negativas para todos os participantes. Devido uma quantidade destacável de momentos que a latência prejudicou a experiência do usuário. Eventos como a demora de resposta do servidor acarretou momentos que ambas as equipes foram prejudicadas com situações de lag e de travamento. Além disso, a deterioração da rede foi mais presente no cenário 3 que no 2. Todos os jogadores perceberam a variação das

condições de rede do cenário 2 para o 3. Além disso, todos sentiram dificuldades em acertar o adversário.

6.5 Parte 1 : Cenário 4 - Taxa de Transmissão = 150 ms

No cenário 4 os jogadores foram divididos na seguinte forma, a equipe 1 é composta pelos jogadores 3 e 4. Enquanto a equipe 2 é composta por jogador 1 e 2. Na Figura 10 representa a taxa de transmissão coletada no cenário 4.

Figura 10 – Taxa de Transmissão do Cenário 4



Fonte: Produzido pelo Autor

Na Figura 10 é possível visualizar que o cenário 4 foi o que teve mais instabilidade em comparação com os outros testes da parte 1. Uma possível hipótese para a inconstância desse gráfico é a latência, com a perda de pacotes prejudicando a infraestrutura de rede e consequentemente gera uma variância na taxa de entrega de pacotes para o dispositivo destinatário.

6.5.1 Métrica: KDA

Na Tabela 15 são apresentados os dados de cada jogador em relação ao KDA no cenário 4 da parte 1 dos testes. Além disso, a equipe vencedora foi a composta pelos jogadores 3 e 4.

Conforme a Tabela 15 é destacado uma mudança abrupta em comparação com a Tabela 12. O melhor KDA do cenário ficou com o jogador 3, que tem como nível de experiência avançado com o CS:GO. Essa melhora está associada com o baixo nível de habilidades dos jogadores iniciantes 1 e 2. Além disso, no cenário 4 ocorreu a maior quantidade de *assists* em

Tabela 15 – KDA Cenário 3

Jogador	Kills	Assists	Deaths	KDA
1	16	5	18	1,16
2	14	3	20	0,85
3	24	3	15	1,8
4	12	10	14	1,57

Fonte: Produzido pelo Autor

comparação com os outros testes da parte 1. Dessa forma, uma hipótese para esse acontecimento foi devido uma destacável quantidade de situações que o jogador não conseguiu finalizar seu adversário por alguma interferência de latência e perda de pacote. Tal evento teve o jogador 4 sendo o mais acometido por esse fato. A média do KDA do cenário 4 ficou em 1,34 e enquanto a mediana foi de 1,36. A média e mediana dos cenários 3 e 4 ficaram com valores próximos em comparação entre se.

6.5.2 Métrica: Gold

No cenário 4 foi observado um gasto maior de dinheiro pelos jogadores em equipamentos de valor mais altos. Além disso, foi notado um fato que não aconteceu nos outros cenários, que se baseou na compra de acessórios errados por parte todos os jogadores. Em alguns *rounds* os jogadores compraram mais de uma vez a mesma arma, devido algum atraso na resposta do servidor. Dessa forma, a dinâmica do *gold* do cenário 4 é apresentado na Tabela 16. Além disso, a equipe feita pelos jogadores 3 e 4 começaram no lado do TR, enquanto o outro grupo iniciou como CT.

Tabela 16 – Gold Cenário 4

Jogador	Total TR	Total CT	Média TR	Mediana TR	Média CT	Mediana CT
1	36250	10500	3020	3400	807	550
2	44050	5750	2936	3250	442	350
3	20850	72250	1603	1450	4816	5000
4	30500	56700	2346	800	3780	4000

Fonte: Produzido pelo Autor

Mesmo com reduções na métrica de *gold* foi possível que alguns jogadores conseguissem manter um valor constante. Os jogadores 3 e 4 por terem conhecimento prévio do jogo puderam adotar nesse cenário um método de gerenciamento de dinheiro que possibilitasse minimizar os efeitos de latência no parâmetro de economia. Os participantes mencionados anteriormente, estabeleceram uma meta para alcançar em fundos financeiros, após atingirem

o objetivo eles compravam os melhores equipamento e guardavam o resto do dinheiro para as futuras compras. Tal mentalidade proporcionou inicialmente algumas derrotas, após a compra dos acessórios foi observado uma sequência de vitórias. Dessa forma, a experiência com jogo é de fundamental importância para se adaptar a uma situação de rede atípica.

6.5.3 Métrica: *Headshot*

A simulação do cenário 4 gerava a pior situação de rede em comparação com os outros cenários. A tendência era não ter ou ter poucos *headshot*, devido à alta latência e da perda de pacotes. Foi observado uma quantidade de 12 tiros que teve como alvo a cabeça dos adversários. Além disso, o teste 4 foi o que teve mais *headshot* entre todos os cenários. A distribuição dos responsáveis pelos *headshots* foi: jogador 1 acertou duas vezes, enquanto o jogador 2 cinco acertos e jogador 3 teve cinco alvos acertados. Deve ressaltar que durante a maioria das vezes que acontecia de um jogador acertar um tiro na cabeça do adversário, o atirador demonstrava-se surpreso por acertar o disparo. Uma análise feita pelas reações durante o experimento foi que esses acertos não eram conscientes, mas sim por sorte ou influenciados pela condição da rede. Uma das razões para essa afirmação é que houve uma série de situações de travamento e atraso que ocorreram em 8 dos 12 acertos analisados. Além disso, o jogador que fez os disparos só tinha a confirmação da jogada realizada após um atraso da resposta do servidor. De certa forma, a condição deteriorada da rede possibilitou mais acertos na cabeça. É necessário mais teste para ter uma visão mais profunda sobre esse aspecto.

6.5.4 Acerto de cada Jogador

No cenário 4 a taxa de acerto teve um aumento em comparação com o cenário 3. Esse acréscimo foi de 7% para o jogador 1, para o jogador 2 foi de 4%, enquanto o jogador 3 teve uma redução de 3% e por fim o jogador 4 um acréscimo de 2%. Essas informações estão presente na Tabela 17.

Tabela 17 – Taxa de Acerto Cenário 4

Jogador	Taxa de Acerto
1	25%
2	20%
3	30%
4	30%

Fonte: Produzido pelo Autor

Conforme a Tabela 17 é observável uma mudança de valores em comparação com a Tabela 14. A tendência que estava sendo visto nos outros cenários era a redução da acertabilidade, contudo, no cenário 4 foi observado um aumento significativo principalmente nos jogadores iniciantes. Tal condição possivelmente teve como influência as condições de rede. Tendo em vista que, diversas vezes, foram observadas situações em que um jogador ficaria paralisado devido a atrasos do servidor, tornando-se um alvo fácil de ser atingido pelos adversários. Outro fato acometido foi que o jogador 4 só realizava os disparos quando tinha uma estabilidade na execução do jogo. Além disso, cadência dos tiros era menor em comparação com outros jogadores. Dessa forma, esse método usado foi uma forma de aumentar a taxa de acerto e tentar se aproveitar com a situação adversar da rede. O desvio padrão calculado foi de 4,15%.

6.5.5 *Experiência dos Usuários*

No final de cada teste foi submetido um questionário para averiguar a experiência dos jogadores conforme a condição de rede do cenário jogado. A seguir será listado alguns pontos em comum dado as repostas obtidas. Além disso, foi neste cenário que houve um destacável número de respostas discursivas coletadas. As seguintes perguntas discursivas foram respondidas pelos jogadores:

"Como você descreveria sua experiência de jogo no CS:GO em termos de suavidade e responsividade quando a sua conexão de internet no Cenário 3?"

- Jogador 1: *"é muito difícil de jogar eficazmente nessas condições"*
- Jogador 2: *"Eu não consegui jogar, por ser iniciante e ter muito lag, até pra quem é mais experiente acho que ficou difícil"*
- Jogador 3: *"Perder a sensibilidade do jogo, assim fica difícil saber se matei alguém"*
- Jogador 4: *"Eu quis desistir de jogar devido o lag"*

"Quais são os principais desafios que você enfrenta ao jogar CS:GO em uma conexão de internet com alta latência e perda de pacotes? Como isso afeta sua jogabilidade?"

- Jogador 1: *"Atrapalha a noção de espaço e do que está acontecendo"*
- Jogador 2: *"Eu não consigo ter fluência no jogo e acabo perdendo a vontade de jogar"*
- Jogador 3: *"Manter a paciência"*
- Jogador 4: *"Mirar no adversário ficou muito mais complicado"*

"Durante esse teste ocorreu algum tipo de evento que dificultou sua jogabilidade? Se sim qual ? "

- Jogador 1: *"Acredito que o lag ajudou, porque alguns momentos conseguimos a vitória devido a equipe adversária morrer em momentos que sofria algum tipo de travamento"*
- Jogador 2: *"Somente travamento mesmo"*
- Jogador 3: *"Na minha opinião a qualidade ruim da rede foi uma forma de equilibrar os níveis de habilidades dos jogadores, porque teve momentos que a minha dupla perdemos por causa lag. Dessa forma, acredito que em condições normais de jogo a vitória deveria sido bem mais rápido "*
- Jogador 4: *"Deu muito lag na hora de compra a arma certa na loja"*

Todos os formulários utilizados têm a mesma estrutura e perguntas. Os questionamentos que envolviam uma resposta discursiva era opcional a resposta. Essa não obrigatoriedade foi feito para incentivar os participantes escreverem repostas que correspondessem a realidade do usuário, dessa forma, excluindo indiretamente possíveis retornos artificiais. Nesse cenário 4, ocorreram a maior quantidade de opiniões coletadas.

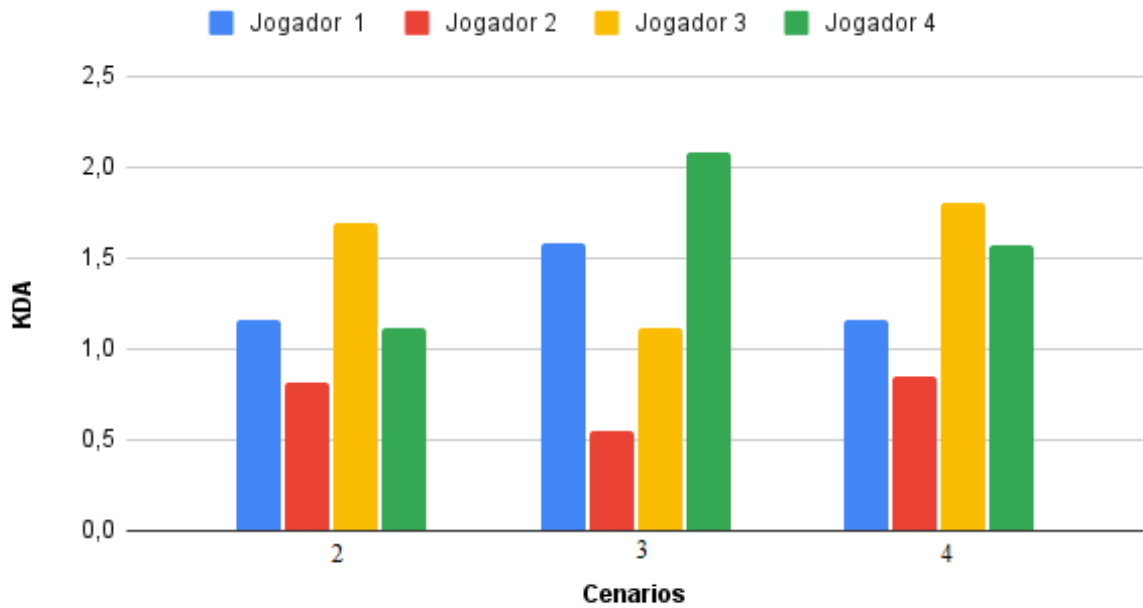
Foi visualizado com a exposição das perguntas que problemas encontrados no cenário 3 permaneceram no cenário 4, contudo, em um estado mais agravante. Nesse teste o que ficou mais evidente foi o descontentamento dos jogadores ao jogar em uma situação tão desfavorável. Outro fator percebido foi que jogadores de grupos diferentes tiveram opiniões parecidas sobre a influência da condição ruim de rede. Ambos acreditam que o atraso e travamentos ocorridos pela latência e perda de pacotes influenciou diretamente no resultado da partida. O acontecimento mencionado anteriormente não ocorreu em nenhum dos outros cenários. Dessa forma, é possível deduzir que as péssimas condições de rede serviu como um elemento que equilibrou a disparidade de habilidade entre os jogadores.

6.6 Análise da dinâmica das métricas

Nesta seção é apresentado graficamente a variação da métrica de KDA e acerto de cada jogador. Na Figura 11 apresenta a oscilação do KDA dos jogadores nos cenários testados. Essa visualização é importante para um melhor entendimento da flutuação dos valores desses parâmetros nos testes realizados nessa pesquisa.

É possível notar um equilíbrio de KDA entre os cenários 2 e 4, apesar do cenário 4 existir uma diferença de nível entre as equipes. Dessa forma, a hipótese de situações de deterioração de rede serve indiretamente para equilibrar os níveis de habilidades entre os participantes, têm se mostrado consistente. Além disso, outro fato a ser citado é que todos os jogadores

Figura 11 – Variação do KDA Entre Cenários da Parte 1

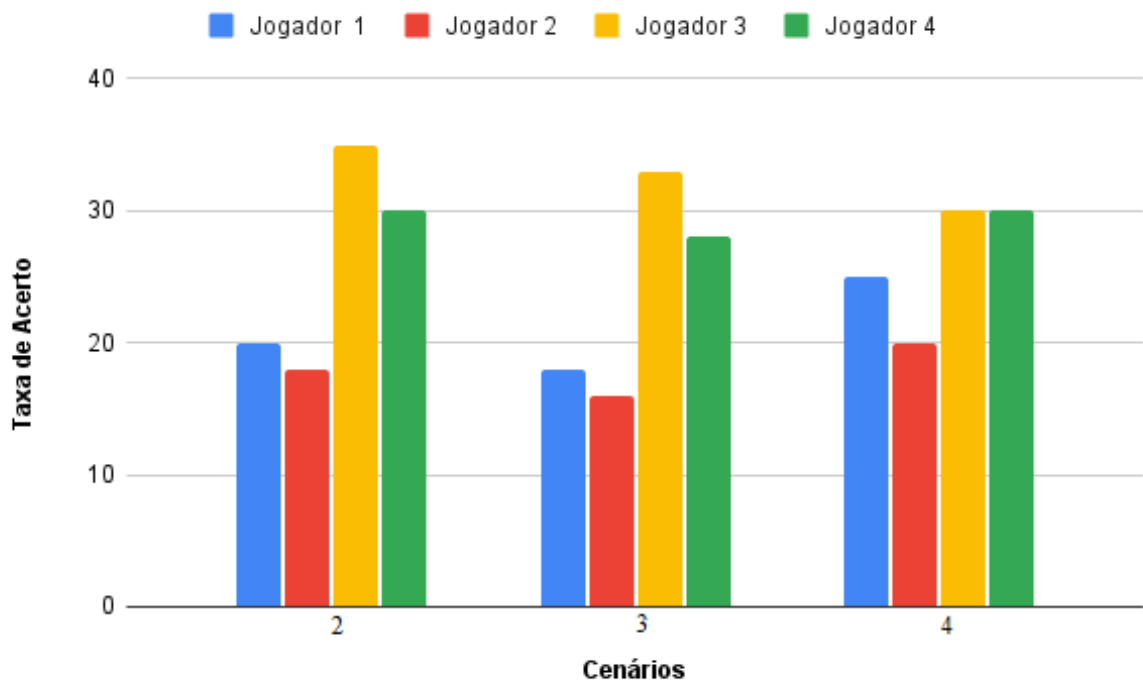


Fonte: Produzido pelo Autor

mantiveram um valor aproximado de KDA durante todos os cenários do experimento.

Na Figura 12 demonstra a mutabilidade da métrica de precisão dos jogadores durante a parte 1 dos testes. Novamente salientando que o cálculo da taxa de acerto foi utilizando valores de todas as armas utilizadas pelos jogadores. Dessa forma, se um jogador utilizou uma arma com menos precisão que outros jogadores, a análise não levou esse fato em conta para o cálculo final.

Figura 12 – Variação da taxa de acerto entre Cenários



Fonte: Produzido pelo Autor

A flutuação do valor da precisão dos jogadores se manteve próximo, mesmo com alterações significativas na estabilidade da rede. Além disso, é de acrescentar um aumento da precisão dos jogadores 1, 2 e 3 no cenário 4. Esse aumento pode ser justificado, devido às situações no cenário 4 que impossibilitava o jogador, que seria alvejado, de desviar eficientemente dos disparos do adversário.

6.7 Parte 2

6.7.1 Perfil dos participantes

Na parte 2 dos testes, os participantes foram os mesmos da parte 1. Além disso, foi conservada a identificação dos mesmos, seguindo a distribuição dos números de 1 a 4, para definir cada um dos jogadores.

6.7.2 Parte 2 : Cenário 1 - Aquecimento

Esse cenário terá a mesma finalidade da parte 1 dos testes, de aquecer e explicar a dinâmica dos testes da parte 2. Além disso, foi necessário porque existiu um intervalo de

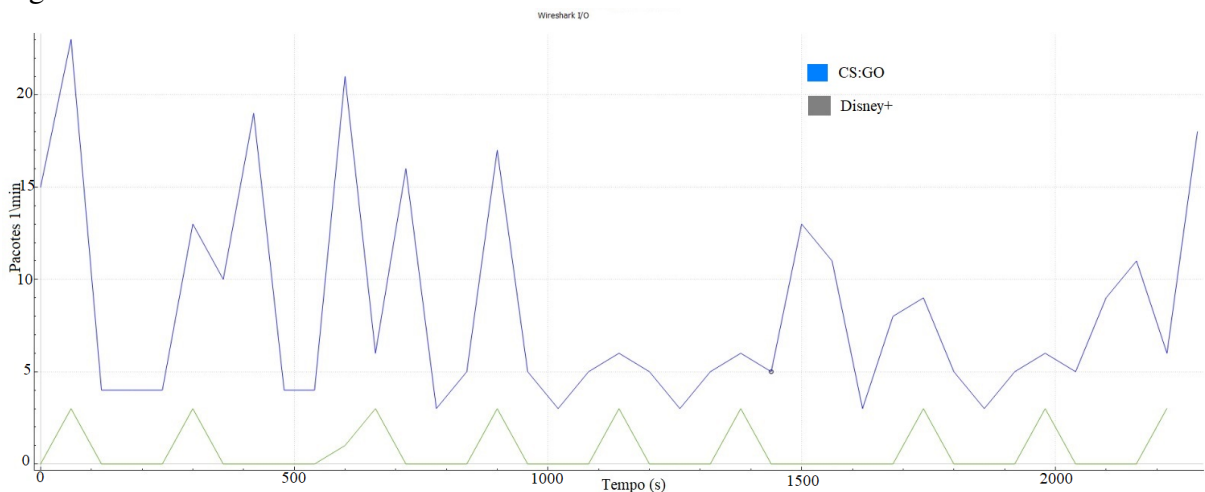
tempo de cerca de 20 dias entre a execução da parte 1 e da parte 2. Os usuários presentes nos experimentos não tiveram contato com o CS:GO durante o tempo mencionado anteriormente. Dessa forma, foi decidido adotar a mesma abordagem da parte 1 do cenário 1 sobre o uso de um cenário de aquecimento.

Já citado na Seção 5.7.2 a parte 2 não envolverá adição de parâmetro de latência e de perda de pacotes. Será investigado o fluxo de rede quando um *streaming* e o jogo CS:GO são executados na mesma rede. Além disso, é investigado o impacto da reprodução de filmes, em duas categorias de resolução, no jogo CS:GO. Foi utilizado a mesma estrutura e perguntas presente no formulário da parte 1.

6.7.3 Parte 2 : Cenário 2 - Resolução do Vídeo = 1080p

Inicialmente foi realizado um sorteio para a divisão das equipes. Dessa forma, os seguintes grupos foram formados: equipe 1 composto pelos jogadores 1 e 3, enquanto o outro grupo ficou 2 e 4. A Figura 13 representa a taxa de transmissão quando ocorre a execução do serviço de vídeo reproduzindo um filme de 1080p e do CS:GO.

Figura 13 – Taxa de Transmissão Presente da Parte 2 Cenário 2



Fonte: Produzido pelo Autor

Na Figura 13 é observado a taxa de transmissão para o jogo CS:GO e do *streaming*. Um fato a ser destacado é a ação dos algoritmos de adaptabilidade de condição de rede presente no serviço de vídeo analisado. Além disso, é detectado um padrão nas duas taxas de transmissão. Ambas se comportam de formas parecidas, alguns pontos de platô e de pico são presente em momentos simultâneos nas duas taxas. Dessa forma, mostrando o comportamento quando ambos

serviços mencionados são anteriormente executados juntos na mesma rede WI-FI.

6.7.4 Métrica: KDA

Na Tabela 18 são demonstrados os dados de cada jogador em relação ao KDA na parte 2 do cenário 2. Além disso, a equipe vencedora foi a do jogador 2 e 4.

Tabela 18 – KDA Cenário 2 Parte 2

Jogador	Kills	Assists	Deaths	KDA
1	13	5	19	0,94
2	13	7	14	1,42
3	22	4	14	1,85
4	15	1	13	1,23

Fonte: Produzido pelo Autor

Na Tabela 18 é possível visualizar mudanças que não ocorreram na parte 1, por exemplo, o jogador 2 conseguiu um KDA superior a 1. Tal evento não ocorreu na parte 1. Poder ser somente um fato isolado, devido não ter sido detectado pelos jogadores e por quem estava aplicando os testes situações de instabilidade no jogo que tenha interferido diretamente em confrontos entre jogadores. Outro fato a ser destacado é a quantidade de *Assists*. Utilizando a mesma premissa do ocorrido mencionado anteriormente, poderá ter sido somente um fato isolado.

6.7.5 Métrica: Gold

Na Tabela 19 representa o dinheiro coletado para análise dessa métrica na parte 2 do cenário 2. Nesse teste teve um total de 25 *round*. Sendo o placar 16 para a equipe dos jogadores 2 e 4. Enquanto o grupo dos jogadores 1 e 3 fizeram 9. Nesse cenário ocorreram compras de equipamentos com valores mais altos.

Tabela 19 – Gold Cenário 2

Jogador	Total TR	Total CT	Média TR	Mediana TR	Média CT	Mediana CT
1	35050	10500	3894	3800	1026	500
2	38050	12900	2536	2900	1433	800
3	21550	56500	2394	1550	3766	3500
4	45250	16850	6038	3500	1872	1950

Fonte: Produzido pelo Autor

Durante esse teste, todos os jogadores inicialmente cometeram equívocos na compra

dos seus equipamentos. Não foi detectado nenhuma anomalia de rede que possa justificar esses erros. Por isso a hipótese seja que foi falta de atenção dos jogadores ao realizarem a compra. Além disso, foi também visualizado que os jogadores 1 e 2 realizaram compras dos equipamentos mais caros durante vários *rounds*. Dessa forma, justificando valores mais baixos em comparação com os outros jogadores.

6.7.6 Métrica: *Headshot*

Nesse cenário foi visualizado 2 *headshots* que ocorreram em momentos que a condição de rede estava normal. Devido ter acontecido somente 2 vezes essa jogada, não é possível tirar uma conclusão precisa acerca dessa métrica no cenário 2 da parte 2.

6.7.7 Acerto de cada Jogador

Na Tabela 20 é demonstrado a taxa de acerto calculado para o cenário 2 da parte 2 do teste. Além disso, não foi observado nenhuma situação de rede que possa ter influenciado essa métrica.

Tabela 20 – Taxa de Acerto Cenário 2

Jogador	Taxa de Acerto
1	19%
2	18%
3	33%
4	31%

Fonte: Produzido pelo Autor

Conforme a Tabela 20 é observado valores próximos da Tabela 11. Dessa forma, o valor dessa métrica se manteve parecido no cenário 2 na parte 1 e 2. Não foi observado nenhuma situação de rede que possa ter interferido no valor final desse parâmetro de desempenho. Mesmo os jogadores já jogado diversas partidas durante os testes, a taxa de acerto permanece constante em situações de estabilidade de rede. Esse fato demonstra que o desempenho nesse parâmetro não envolve somente questões de rede, mas também de nível de habilidade. O desvio padrão desse cenário foi de aproximadamente 6,77.

6.7.8 *Experiência do Usuário*

No final de cada teste foi submetido um questionário para averiguar a experiência dos jogadores conforme a condição de rede do cenário jogado. A seguir será listado algumas repostas obtidas para a pergunta "Como você descreveria sua experiência de jogo no CS:GO em termos de suavidade e responsividade quando a sua conexão de internet no Cenário 3?"

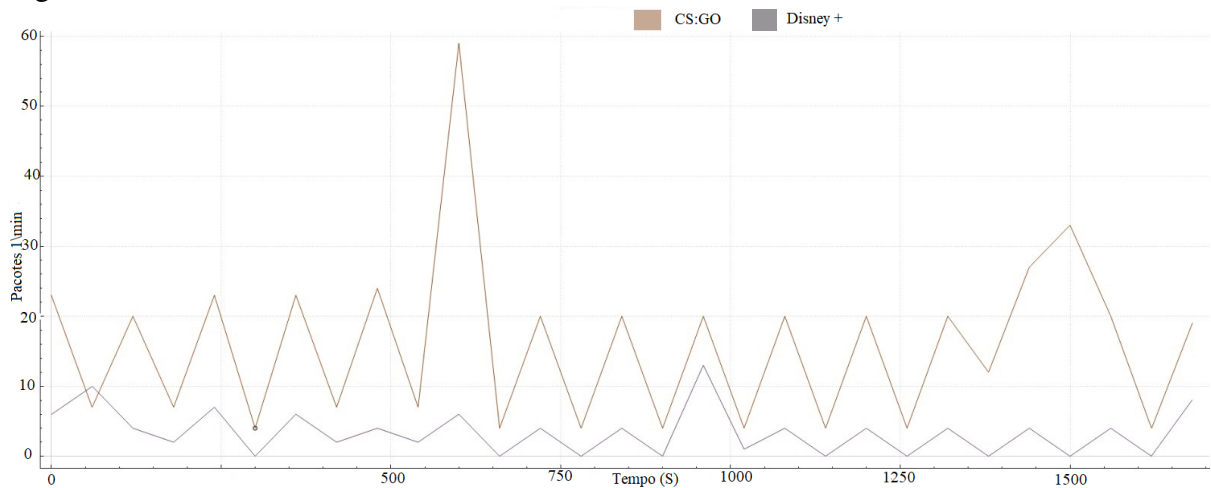
- Jogador 1: *"Não tive dificuldade"*
- Jogador 2: *"Estava normal o jogo"*
- Jogador 3: *"Sentir alguns travamentos durante o teste, mas não sei se foi devido meu notebook ou pela internet"*
- Jogador 4: *"Sem problemas"*

A quantidade de repostas é igual ao cenário 2 da parte 1. Além disso, a coleta de retornos em cenários sem problemas de rede é menor em comparação com os cenários com condições atípicas. Esse fato fica evidenciado pela quantidade de repostas obtidas no teste quando envolve condições normais de rede. Como não foi acometido situações de rede que prejudicasse a jogabilidade do jogador, dessa forma, era previsto repostas que refletisse essa situação. De modo geral, a satisfação dos participantes nesse cenário foi positiva.

6.7.9 *Parte 2 : Cenário 3 - Resolução do Vídeo = 4K*

Nessa parte, as equipes formadas foram compostas pelas seguintes duplas: jogador 1 e 2, jogador 3 e 4. A Figura 14 demonstra as taxas de transmissão do CS:GO e do serviço de vídeo. Nesse cenário foi reproduzido um filme na resolução 4K (3840 × 2160). Por questão de uma melhor análise, foi decidido colocar a taxa de pacotes em um minuto e o tempo em segundos. Além disso, os filmes em 4K oferecem uma experiência visual incrivelmente rica, com uma resolução de 3840 x 2160 *pixels*, o que é literalmente quatro vezes maior que a resolução 1080p

Figura 14 – Taxa de Tramissão Parte 2 Cenário 3



Fonte: Produzido pelo Autor

Conforme a Figura 14 é visualizado uma semelhança com a Figura 11, que representa as taxas de transmissão do cenário 2 da parte 2. Além disso, o algoritmo presente nos sistemas de vídeo comportou-se melhor neste teste no que o anteriormente, mesmo reproduzindo um filme com uma resolução de destacável complexidade. Neste experimento foi observado um curto período de surgimento de situações de latência e travamento, afetando diretamente a experiência dos jogadores. Esse fato pode ser correlacionado com o pico da taxa de transmissão associado com o CS:GO. Ademais, foi detectado queda de resolução e travamento da reprodução do filme em 4K. Dessa forma, afetando também a experiência de quem assiste a um filme.

6.8 Métrica: KDA

Na Tabela 21 é distribuído o KDA coletado neste teste.

Tabela 21 – KDA Cenário 3 Parte 2

Jogador	Kills	Assists	Deaths	KDA
1	9	2	18	0,29
2	11	2	15	0,86
3	19	1	10	2
4	14	4	8	2,75

Fonte: Produzido pelo Autor

Conforme a Tabela 21 é visualizado uma mudança radical de KDA em relação a todos os testes realizados até agora. Neste teste, é possível notar uma baixo desempenho dos jogadores 1 e 2, especialmente do jogador 2, que até o momento estava mantendo valores constantes nessa métrica. Além disso, o jogador 4 obteve o maior valor de KDA durante os experimentos.

Nesta situação, as condições de rede tiveram um impacto significativo no KDA, uma vez que os jogadores 1 e 2 foram afetados em diversas ocasiões e morreram ou não conseguiram eliminar o adversário pelos atrasos causados pela instabilidade da rede. Dessa forma, a deterioração da rede serviu como um agravante para a disparidade do nível de habilidade entre as duplas.

6.9 Métrica: Gold

Na Tabela 22 representa a economia coletada de cada jogador no cenário 3 da parte 2 dos testes. Nesta partida teve um total de 22 *rounds*. Sendo o placar 16 para a equipe dos jogadores 3 e 4. Enquanto o grupo dos jogadores 1 e 2 fizeram 6. Nesse cenário ocorreram compras de armas de forma involuntárias, quando um jogador selecionava o equipamento ele apertava mais de uma vez causando a compra repetida de armas já compradas.

Tabela 22 – Gold Cenário 3 Parte 2

Jogador	Total TR	Total CT	Média TR	Mediana TR	Média CT	Mediana CT
1	51250	7650	3416	2800	1092	750
2	82450	3350	5496	5000	478	500
3	29400	30100	4200	3850	2006	2100
4	23350	44800	3335	4200	2986	3300

Fonte: Produzido pelo Autor

A disparidade no placar reflete diretamente na Tabela 22. Devido que menos *rounds* proporcionam uma redução na possibilidade de coletar mais dinheiro. Além disso, a interferência gerada pela latência causou valores baixos na coluna referente ao CT nos jogadores 1 e 2. Tanto na hora de realizar compra de equipamentos quanto no confronto entre outros jogadores, foi acometido travamentos que prejudicou o pleno uso e obtenção de dinheiro para os jogadores mencionados anteriormente. Dessa forma, as condições ruins de rede gerada pela execução do *streaming* na mesma rede do CS:GO causou um destacável impacto na jogabilidade e na experiência dos usuários.

6.9.1 Métrica: Headshot

Nesse cenário foi visualizado 6 *headshots* e que 2 ocorreram em momentos que a condição de rede estava normal e o restante em momentos críticos. Com a situação normal de rede, essa jogada ocorreu sem nenhum destaque. Enquanto o restante foi distribuído na seguinte forma: um aconteceu durante um travamento nos dois jogadores que estavam participando dessa

jogada. Outro aconteceu quando um dos jogadores estava sofrendo com as condições de rede adversas e um dos jogares aproveitou e realizou o *headshot* sem dificuldades aparentes. Por último, aconteceu em um momento que ambos estavam com travamentos similares e o resultado foi que ambos jogadores conseguiram acertar o *headshot* no outro. Dessa forma, essa métrica também foi afetada diretamente pelas condições de rede gerada pela execução do *streaming*.

6.9.2 Acerto de Cada Jogador

Na Tabela 23 é demonstrada a taxa de acerto calculada para o cenário 3 da parte 2 do estudo. Além disso, como mencionado anteriormente, as condições de deterioração da rede foi destacavelmente presente nesse teste. Dessa forma, essa métrica também foi afetada pelas situações geradas pela latência.

Tabela 23 – Taxa de Acerto Cenário 3 Parte 2

Jogador	Taxa de Acerto
1	15%
2	17%
3	25%
4	21%

Fonte: Produzido pelo Autor

Conforme a Tabela 23 é observado valores inferiores do que estavam sendo coletados nas partes 1 e 2. O valor dessa métrica se manteve abaixo mesmo em comparação com o cenário 4 da parte 1, que representava a pior situação elaborada. Uma hipótese para essa situação é que todos os jogadores ficaram frustrados perante a várias situações irritantes no jogo. Ademais, um fator que corrobora essa ideia é que, durante a execução deste teste, todos os jogadores demonstraram abertamente descontentamento com como as condições de rede afetavam a jogabilidade e a dinâmica do jogo. Dessa forma, esse baixo desempenho da taxa de acerto pode estar correlacionado com a deterioração da rede. Além disso, pode também estar ligado com a experiência negativa que esse cenário estava proporcionando para os usuários. O desvio padrão desse cenário foi de 3,84.

6.9.3 Experiência dos usuários

No final de cada teste foi submetido um questionário para averiguar a experiência dos jogados conforme a condição de rede do cenário jogado. A seguir será listado alguns pontos em

comum dado as repostas obtidas. Além disso, foi neste cenário que houve um destacável número de respostas discursivas coletadas. Para as seguintes perguntas. Primeira pergunta: "Como você descreveria sua experiência de jogo no CS:GO em termos de suavidade e responsividade quando a sua conexão de internet no Cenário 3?"

- Jogador 1: *"Frustração máxima"*
- Jogador 2: *"Tive vontade de nem jogar de tão frustrante"*
- Jogador 3: *"Muito lag"*
- Jogador 4: *"Estava muito ruim mesmo para jogar"*

A segunda pergunta foi: "Quais são os principais desafios que você enfrenta ao jogar CS:GO em uma conexão de internet com alta latência e perda de pacotes? Como isso afeta sua jogabilidade?"

- Jogador 1: *"Os problemas de atraso atrapalharam muito"*
- Jogador 2: *"Sinto que a outra equipe foi muito favorecido pelo lag, devido muitos rounds terem sido vencidos por eles por causa da minha equipe sofrer com atrasos"*
- Jogador 3: *"Senti que era quase impossível de mirar no outro jogador"*
- Jogador 4: *"até comprar equipamentos teve momentos de dificuldades"*

A terceira pergunta: Durante esse teste ocorreu algum tipo de evento que dificultou sua jogabilidade? Se sim qual ?

- Jogador 1: *"Leg e mortes rápidas"*
- Jogador 2: *"Dificuldade de mirar e incerteza de acerto"*
- Jogador 3: *"Muito lag"*
- Jogador 4: *"Sim, foi quando estava tentando plantar a bomba e por questão de net travou a plantação da bomba e perdi a partida"*

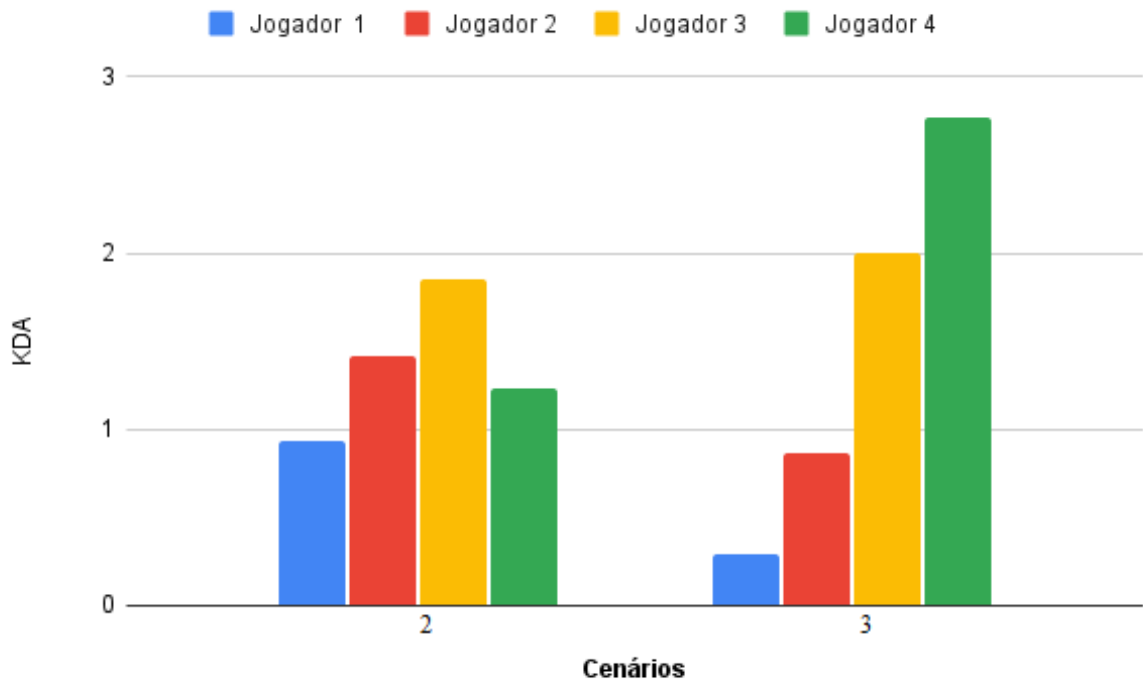
Com as repostas coletadas são possíveis determinar que problemas presentes nos diferentes cenários que envolviam situações de deterioração da rede permaneceram neste cenário. Além disso, a frustração devida os problemas mencionados anteriormente são mais expostas pelos jogadores. Dessa forma, a execução de um serviço de *streaming* contribuiu e interferiu diretamente na jogabilidade e na execução do jogo CS:GO.

6.10 Análise da dinâmica das métricas

Nesta seção será demonstrado em forma de gráfico a variação das métricas de KDA e da precisão na parte 2 do experimento. Na Figura 15 demonstra a mutabilidade do valor do KDA

durante os testes. Essa informação é relevante, por proporcionar a visualização das mudanças dos valores desse parâmetro entre diferentes cenários.

Figura 15 – Variação de KDA entre Cenários da Parte 2

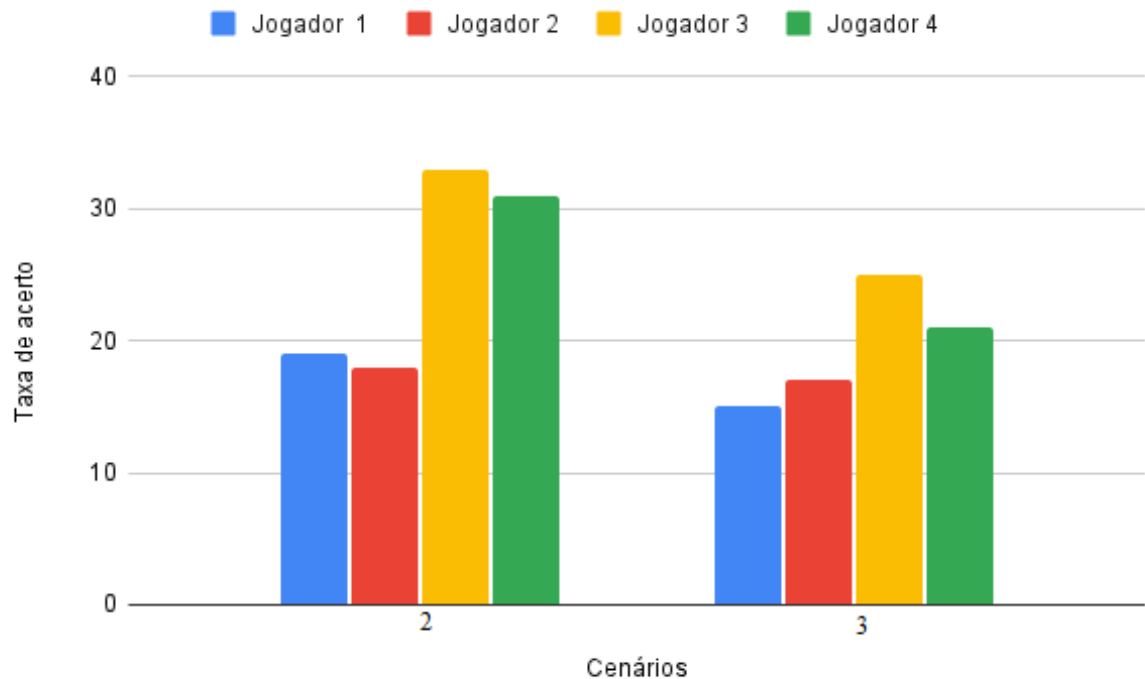


Fonte: Produzido pelo Autor

Na Figura 15 é detectado uma mudança no valor do KDA entre os cenários. Essa mudança pode ter acontecido principalmente pela radical alteração de qualidade de rede e do nível de disparidade de habilidade entre o cenário 2 e 3. Dessa forma, fatores internos e externos tem influência diretamente na atuação do jogador.

Na Figura 16 demonstra a oscilação de valores da métrica de precisão dos jogadores durante os testes na parte 2. Além disso, esse parâmetro de desempenho está correlacionado com o KDA, quanto melhor for a taxa de acerto implica em um aumento de oportunidade para melhorar o KDA. Contudo, nem sempre esse fato se reflete na realidade.

Figura 16 – Variação da Taxa de Acerto na Parte 2



Fonte: Produzido pelo Autor

Conforme a Figura 16, é percebido o decaimento do valor da acertabilidade dos jogadores 3 e 4 do cenário 2 para o 3. Além disso, é destacado que mesmo com uma redução de precisão, ambos os jogadores mencionados anteriormente obtiveram um aumento do valor de seus KDA no cenário 2. Um motivo para essa evolução é que ambos jogadores conseguiram minimizar sua quantidade de mortes em relação com os outros cenários. Além disso, foi observado durante a aplicação do teste que vários momentos a dupla mencionada antes conseguiram sobreviver tanto por uso de suas habilidades quanto por situações de rede que desfavorecia seus adversários.

7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O propósito deste estudo é examinar a influência das diferentes condições de rede na jogabilidade de um jogo FPS em uma rede WLAN. Além disso, foi reproduzido um serviço de *streaming* na mesma rede do jogo, para averiguar possíveis impactos dessas duas aplicações na mesma rede.

Os testes foram divididos em duas partes. A primeira parte foram estabelecidos 4 cenários de teste. Cada cenário tinha seus parâmetros de latência únicos, somente a perda de pacotes permaneceu constante em todos os experimentos da parte 1. Foi utilizado o Clumsy para a simulação das condições de conexão mencionadas anteriormente. Na segunda parte foi utilizado o serviço de vídeo da Disney+ para a reprodução de filmes em duas categorias de resolução enquanto os jogadores jogavam o jogo na mesma conexão que o reprodutor de vídeo estava. Além disso, em ambos os momentos foram utilizados o Wireshark para a captura dos pacotes.

Os fatores de rede selecionados foram a taxa de transmissão, latência e perda de pacotes. Nesse caso não foi definido uma taxa de transmissão para cada teste, mas sim foram coletados os dados referente a essa métrica e analisado posteriormente. Ao final desse trabalho, é concluído que a taxa de transmissão para o jogo CS:GO no cenário 2 tem um comportamento de inconstância. Esse fato pode ser justificado devido primeiramente o dispositivo que estava responsável por simular um servidor era um *notebook* e não uma máquina própria para a realização dessa função. Além disso, o segundo ponto é a instabilidade da conexão com o provedor de *internet*. A latência demonstrou ter influência sobre o desempenho dos jogadores, principalmente no intervalo entre 150 ms e 200 ms. Nesse espaço de latência foi observado tanto por quem estava aplicando os testes quanto pelos voluntários, que diversas situações de rede que influenciaram diretamente o andamento das partidas e das métricas usadas para avaliar os jogadores. Em resumo, as condições de rede afetam o desempenho de um jogador de FPS, independente do nível de experiência desse jogador, e por mais que ele consiga se adaptar aos diferentes cenários de rede, seu rendimento é afetado. Além disso, a métrica KDA é a principal forma de representar o decaimento da atuação dos jogadores.

Na parte 2, foi constatado que o comportamento da taxa de transmissão da aplicação do CS:GO e do serviço de *streaming* agiram similarmente, mas em proporções diferentes. Além disso, é possível visualizar o comportamento dos algoritmos de ajuste de rede presente nos serviços de vídeo. A métrica de KDA na parte 2 sofreu maior oscilação do que em comparação a

parte 1. Existem duas hipóteses para esse acontecimento. A primeira diz respeito que os jogadores foram acometidos por uma mudança abrupta de condições de rede do cenário 2 para o cenário 3. Enquanto na parte 1 existiu um cenário intermediário entre a melhor e pior condições de rede. O segundo é devido o teste 3 tenha gerado uma quantidade de experiências negativas, dessa forma, os jogadores perderam a vontade de jogar. A taxa de acerto também é outra métrica que sofreu com os motivos citados anteriormente.

A experiência gerada ao usar um produto é um elemento de fundamental importância para o seu sucesso ou não em um mercado competitivo. Além disso, para os jogos a experiência é um fator de grande importância, sendo essa a principal ferramenta para motivar o jogador a continuar jogando. Nas partes 1 e 2 foi observado cenários que proporcionou experiências negativas, essa vivência com certeza será considerado pelos jogadores se eles desejarem jogar novamente o CS:GO. Dessa forma, consequências desagradáveis geradas pela condição desfavorável de rede deve ser uma preocupação das empresas responsáveis por desenvolver jogos multijogador.

Esse trabalho apresentou as consequências da deterioração da condição de rede no jogo CS:GO. Tanto no desempenho dos jogadores quanto na experiência gerada por essas situações de rede. Além disso, foi apresentado também informações quando um jogo é executado na mesma rede que um sistema de *streaming* reproduzindo filmes em diferentes resoluções.

Para trabalhos futuros, pode-se adicionar novos fatores de rede, como tamanho do pacote, tipo de protocolo e entre outros. Outra questão que pode ser trabalhado é sobre a execução de um jogo quando dois *streamings* diferentes são executadas na mesma rede WI-FI. Além disso, poderá realizar um estudo sobre a experiência dos usuários que estiverem assistindo aos filmes reproduzidos.

REFERÊNCIAS

- ACHARYA, S.; PETRIN, G. Ultra high definition television: Threshold of a new age. **ITU Committed to connecting the world**, v. 24, n. 5, 2012.
- ADAMS, E.; ROLLINGS, A. **Fundamentals of game design (game design and development series)**. [S. l.]: Prentice-Hall, Inc., 2006.
- AIJAZ, A.; AGHVAMI, H.; AMANI, M. A survey on mobile data offloading: technical and business perspectives. **IEEE Wireless Communications**, IEEE, v. 20, n. 2, p. 104–112, 2013.
- ALEXANDRE, A. Análise da jogabilidade de jogadores experientes vs inexperientes de um jogo de estratégia em tempo real multiusuário quando submetido a diferentes condições de rede. **Bachelor thesis, Federal University of Ceará (UFC)–Quixadá Campus**, 2014.
- ALVES, C. M. Análise e modelagem de tráfego de jogos fps em redes 802.11 em ambientes indoor. Universidade Católica de Minas Gerais, 2010.
- BOYER, E. Le jeu vidéo, du tribunal à l'exposition. **Critique**, Éditions de Minuit, v. 773, n. 10, p. 803–816, 2011.
- CALLADO, A.; DANTAS, S.; BARBOSA, R.; BARROS, P.; TEICHRIEB, V.; KELNER, J.; SADOK, D. Counter-strike traffic analysis with network emulation. In: **III Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment (SBGames)**. [S. l.: s. n.], 2004.
- CARRASCOSA, M.; BELLALTA, B. Cloud-gaming: Analysis of google stadia traffic. **Computer Communications**, Elsevier, v. 188, p. 99–116, 2022.
- CECIN, F.; TRINTA, F. Jogos multiusuário distribuídos. In: **VI Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames)**. [S. l.: s. n.], 2007.
- CHATFIELD, T. Why games are the 21st century's most serious business. **London: The Royal Society for the Encouragement of Arts**, 2010.
- CISCO, U. Cisco annual internet report (2018–2023) white paper. **Cisco: San Jose, CA, USA**, v. 10, n. 1, p. 1–35, 2020.
- DEUZE, M. Convergence culture in the creative industries. **International journal of cultural studies**, Sage Publications Sage UK: London, England, v. 10, n. 2, p. 243–263, 2007.
- DRACHEN, A.; YANCEY, M.; MAGUIRE, J.; CHU, D.; WANG, I. Y.; MAHLMANN, T.; SCHUBERT, M.; KLABAJAN, D. Skill-based differences in spatio-temporal team behaviour in defence of the ancients 2 (dota 2). In: IEEE. **2014 IEEE Games Media Entertainment**. [S. l.], 2014. p. 1–8.
- ELFEKY, E. Z.; ELSAYED, S.; MARSH, L.; ESSAM, D.; COCHRANE, M.; SIMS, B.; SARKER, R. A systematic review of coevolution in real-time strategy games. **IEEE Access**, IEEE, v. 9, p. 136647–136665, 2021.
- GAST, M. **802.11 wireless networks: the definitive guide**. [S. l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2005.
- GLAZER, J.; MADHAV, S. **Multiplayer Game Programming: Architecting Networked Games**. Pearson Education, 2015. (Game Design). ISBN 9780134034348. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=RKT-CgAAQBAJ>.

- GRECE, C.; FONTAINE, G. **Trends in the EU SVOD market**. [S. l.]: European Audiovisual Observatory Strasbourg, 2017.
- HAMARI, J.; KERONEN, L.; ALHA, K. Why do people play games? a review of studies on adoption and use. In: IEEE. **2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences**. [S. l.], 2015. p. 3559–3568.
- HUANG, C.; LI, J.; ROSS, K. W. Can internet video-on-demand be profitable? **ACM SIGCOMM Computer Communication Review**, ACM New York, NY, USA, v. 37, n. 4, p. 133–144, 2007.
- KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Redes de computadores e a internet**. São Paulo: Person, v. 28, 2006.
- LEE, S.; LEE, S.; JOO, H.; NAM, Y. Examining factors influencing early paid over-the-top video streaming market growth: a cross-country empirical study. **Sustainability**, MDPI, v. 13, n. 10, p. 5702, 2021.
- MOURA, M. P. F. d. **Análise da jogabilidade em jogos moba sob diferentes condições de rede**. 2018.
- OHRTMAN, F.; ROEDER, K. **Wi-Fi Handbook: Building 802.11b Wireless Networks**. McGraw-Hill, 2003. (ITPro collection). ISBN 9780071412513. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=bSBppgE-y2kC>.
- OLIVEIRA, B. S. **Análise de tráfego de sistemas multijogadores online: um estudo de caso da Playstation Network (PSN)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, 2017.
- OUGHTON, E. J.; LEHR, W.; KATSAROS, K.; SELINIS, I.; BUBLEY, D.; KUSUMA, J. Revisiting wireless internet connectivity: 5g vs wi-fi 6. **Telecommunications Policy**, Elsevier, v. 45, n. 5, p. 102127, 2021.
- RIZANI, M. N.; IIDA, H. Analysis of counter-strike: Global offensive. In: IEEE. **2018 International Conference on Electrical Engineering and Computer Science (ICECOS)**. [S. l.], 2018. p. 373–378.
- ROLLINGS, A.; ADAMS, E. **Andrew Rollings and Ernest Adams on game design**. [S. l.]: New Riders, 2003.
- SABADELLO, M. **History of electronic games**. Technische Universität Wien, 2006.
- SAPIENZA, A.; ZENG, Y.; BESSI, A.; LERMAN, K.; FERRARA, E. Individual performance in team-based online games. **Royal Society open science**, The Royal Society Publishing, v. 5, n. 6, p. 180329, 2018.
- SCHELL, J. **The Art of Game Design: A Book of Lenses, Third Edition**. CRC Press, 2019. ISBN 9781351803632. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=gXumDwAAQBAJ>.
- SNYMAN, J. H.; GILLIARD, D. J. The streaming television industry: mature or still growing? **Journal of marketing development and competitiveness**, North American Business Press, v. 13, n. 4, p. 94–105, 2019.

TANENBAUM, A.; WETHERALL, D. **Redes de computadores**. Pearson Prentice Hall, 2011. ISBN 9788576059240. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=fnfwkQEACAAJ>.

TEKINBAS, K. S.; ZIMMERMAN, E. **Rules of play: Game design fundamentals**. [S. l.]: MIT press, 2003.

VUUREN, A. van. Csgo weapons guide: Understanding damage, accuracy and recoil. 2023. Disponível em: <https://www.strafe.com/news/read/csgo-weapons-guide-understanding-damage-accuracy-and-recoil/>.

WOLF, M.; PERRON, B. **The Routledge Companion to Video Game Studies**. Taylor & Francis, 2014. (Routledge Media and Cultural Studies Companions). ISBN 9781136290503. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=P43HBQAAQBAJ>.

Mapeamento do perfil dos voluntários do TCC

1. Qual é a sua idade?
2. Você já jogou algum tipo de jogo eletrônico?
 Sim Não
3. Qual é a sua plataforma de jogo preferida (PC, console, mobile, etc.)?
4. Você já participou de testes ou pesquisas relacionados a outros jogos ?
 Sim Não
5. Em uma escala de 1 a 5, onde 1 representa 'Muito pouco' e 5 representa 'Muito', como você classificaria a sua frequência em relação à joga video games?
 1 2 3 4 5
6. Quando joga algum jogo, você utiliza para a conexão cabos ou Wi-Fi para jogar?
 Cabos Wi-Fi
7. Há quanto tempo você joga video games?
 1 - 3 Anos 3 - 5 Anos 5 - 7 Anos Nunca joguei Mais
8. Quais são os tipos de jogos que você mais gosta de jogar (ação, FPS ,aventura, RPG, estratégia, esportes, etc.)?
9. Você já jogou algum FPS ?
 Sim Não
10. Você joga video games solo ou multiplayer?
 Solo Multiplayer
11. Se joga multiplayer, com que frequência joga com amigos ou em equipe em uma escala de 1 a 5, onde 1 representa 'Muito pouco' e 5 representa 'Muito' ?
 1 2 3 4 5
12. Você joga CS:GO?
 Sim Não
13. Se sim, há quanto tempo você joga CS:GO?
 1 - 3 Anos 3 - 5 Anos 5 - 7 Anos Nunca joguei Mais

14. Você joga CS:GO casual ou competitivamente?
 Casualmente Competitivo
15. Qual é o seu nível de habilidade no CS:GO (iniciante, intermediário, avançado, profissional)?
 Iniciante Intermediário Avançado Profissional
16. Já teve a experiência de jogar um jogo online e ter problemas em relação à conexão?

Formulário sobre a experiência do jogador

1. Como você descreveria sua experiência de jogo no CS:GO em termos de suavidade e responsividade quando a sua conexão de internet no Cenário 3?
2. Você percebeu o impacto de variações de ping (ping spikes) durante essa partida?
 Sim Não
3. Se sim, isso prejudica sua capacidade de jogar eficazmente?
 Sim Não
4. Quais são os principais desafios que você enfrenta ao jogar CS:GO em uma conexão de internet com alta latência e perda de pacotes? Como isso afeta sua jogabilidade?
5. Durante esse teste você teve alguma dificuldade em mira no seu oponente?
 Sim Não
6. Durante esse teste ocorreu algum tipo de evento que dificultou sua jogabilidade? Se sim qual ?