



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE QUIXADÁ
TECNÓLOGO EM REDES DE COMPUTADORES

MARCOS PAULO FERNANDES DE MOURA

ANÁLISE DA JOGABILIDADE EM JOGOS MOBA SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES DE REDE

QUIXADÁ
2018

MARCOS PAULO FERNANDES DE MOURA

**ANÁLISE DA JOGABILIDADE EM JOGOS MOBA SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES DE REDE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso Tecnólogo em Redes
de Computadores da Universidade Federal do
Ceará como requisito parcial para obtenção do
grau de Tecnólogo.

Área de concentração: Computação

Orientadora Profa. Dra. Paulyne Matthews

Jucá

Coorientador: Prof. Dr. Arthur de Castro

Callado

**QUIXADÁ
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M888a Moura, Marcos Paulo Fernandes de.
Análise da jogabilidade em jogos MOBA sob diferentes condições de rede / Marcos Paulo Fernandes de Moura. – 2018.
45 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Redes de Computadores, Quixadá, 2018.
Orientação: Profa. Dra. Paulyne Matthews Jucá.
Coorientação: Prof. Dr. Arthur de Castro Callado.

1. MOBA. 2. Jogos. 3. Redes de Computadores. 4. Multiusuário. 5. DOTA2. I. Título.

CDD 004.6

À minha mãe Francisca Vania Fernandes, peça fundamental em minha formação de vida e acadêmica, exemplo de guerreira para mim...

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores Dra. Paulyne Matthews Jucá e Dr. Arthur de Castro Callado pela orientação precisa e objetiva mesmo em meio a tantas ocupações.

Ao Professor Me. Marcos Dantas Ortiz que compôs a banca de qualificação e de defesa, pela contribuição efetiva neste trabalho.

Aos colegas de faculdade e amigos que participaram da realização dos testes desse trabalho, mesmo com todas suas ocupações diárias e acadêmicas cederam parte do seu tempo para a realização dos mesmos.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a influência que diferentes condições de rede podem ter sobre o desempenho de um jogador em um jogo multiusuário do gênero MOBA, em cenários onde são utilizados como fatores de variação das condições de rede a taxa de transmissão, a latência e a perda de pacotes. Os dados de pontuação dos jogadores são coletados ao final de cada cenário e uma análise quantitativa dos mesmos é realizada. O jogo escolhido para ser avaliado por esse trabalho foi o jogo DOTA 2. As métricas de avaliação de desempenho dos usuários utilizadas nesse trabalho foram o KDA (*Kills, Deaths e Assists*), o *farm* e o ouro coletado. O trabalho avaliou como os fatores de variação de rede nos diversos cenários influenciaram nas métricas definidas. Para a criação dos cenários foi utilizada a ferramenta de emulação de condições de rede Clumsy 0.2, controlando assim como a rede se comportaria em cada cenário. Por fim, pôde-se concluir que para jogos do gênero MOBA, os jogadores tem uma queda em seu desempenho se submetidos a redes de menor qualidade. A latência tendo maior influência sobre o desempenho do jogador, a perda de pacote de até 5% é quase insignificante se não associada a uma latência alta e a taxa de transmissão é insignificante para o jogo DOTA 2, pelo fato de ele usar uma taxa de transmissão muito baixa.

Palavras chave: MOBA. Jogos. Rede. Multiusuário. DOTA 2.

ABSTRACT

This work aims to analyze the influence that different network conditions can have on the performance of a player in a multiplayer game of the MOBA genre, in scenarios where transmission rate, latency and packet loss are used as factors. The scoring data of the players is collected at the end of each scenario and a quantitative analysis is performed. For this purpose, the DOTA 2 game was chosen and the evaluation metrics were KDA (Kills, Deaths and Assists), the farm and the gold collected. This allowed the analysis of how the factors influenced the defined metrics. To create the scenarios, the Clumsy 0.2 network conditions emulation tool was used, thus controlling how the network would behave in each scenario. Finally, it can be concluded that for games of the genre MOBA, the players have a decrease in their performance when submitted to networks of lower quality. The latency having greater influence on the player's performance, packet loss of up 5% is almost insignificant if not associated with high latency and the transmission rate is insignificant for the DOTA 2 game because it uses a very low transmission rate.

Keywords: MOBA. Games. Network. Multiplayer. DOTA 2.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa DOTA 2	19
Figura 2 - Cena de uma partida.	20
Figura 3 - Tela Final - Visão Geral.....	23
Figura 4 - Tela Final - Placar.....	23
Figura 5 - Gráfico de taxa de transmissão, Wireshark	24
Figura 6 - Clumsy 0.2	26
Figura 7 - Topologia cenários.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Condições de Rede e Métricas de Avaliação de cada cenário	27
Tabela 2 - Relação KDA, cenários Player versus IA	29
Tabela 3 - Farm/segundo, cenários Player versus IA	31
Tabela 4 - Ouro/s, cenários Player versus IA	33
Tabela 5 - <i>Farm</i> /segundo, cenário 8	36
Tabela 6 - Ouro/segundo, cenário 8	38
Tabela 7 - Farm/segundo, cenário 9	40
Tabela 8 - Ouro/segundo, cenário 9	42
Tabela 9 - Média e Variância - Farm/s e Ouro/s	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Relação KDA, cenários Player versus IA	30
Gráfico 2 - Intervalos de confiança - KDA, Player versus IA.....	30
Gráfico 3 - <i>Farm</i> /segundo, cenários Player versus IA	32
Gráfico 4 - Intervalo de confiança - <i>Farm</i> /segundo, cenários Player versus IA.....	32
Gráfico 5 - Ouro/segundo, cenários Player versus IA	34
Gráfico 6 - Intervalo de confiança - Ouro/segundo, cenários Player versus IA.....	34
Gráfico 7 - <i>Farm</i> /segundo, cenário 8.....	36
Gráfico 8 - Intervalos de confiança - <i>Farm</i> /segundo, cenário 8.....	37
Gráfico 9 - Ouro/segundo, cenário 8	38
Gráfico 10 - Intervalo de confiança - Ouro/segundo, cenário 8	39
Gráfico 11- <i>Farm</i> /segundo, cenário 9.....	40
Gráfico 12 - Intervalos de confiança - <i>Farm</i> /segundo, cenário 9.....	41
Gráfico 13 - Ouro/segundo, cenário 9	42
Gráfico 14 - Intervalos de confiança - Ouro/segundo, cenário 9.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

eSports	Esportes Eletrônicos
MOBA	Multiplayer Online Battle Arena
RTS	Real-Time Strategy
ARTS	Action Real-Time Strategy
FPS	First Person Shooter
NPC	Non-Player Character
MMO	Massive Multiplayer Online
IA	Inteligência Artificial
QPS	Quadros por Segundo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	TRABALHOS RELACIONADOS	15
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
4.1	MOBA – Multiplayer Online Battle Arena	18
4.2	O Jogo “DOTA 2”	18
4.3	Infraestrutura de Rede	20
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
5.1	Identificar na literatura fatores comumente usados para avaliar desempenho de rede em jogos online	22
5.2	Identificação do jogo a ser utilizado	22
5.3	Identificação das métricas de avaliação do desempenho do jogador.	22
5.4	Definição dos cenários	23
5.5	Realização dos testes	26
5.6	Topologia	27
5.7	Coleta e Avaliação dos dados	28
6	RESULTADOS	29
6.1	Coleta de dados	29
6.2	Cenários Player versus IA	29
6.2.1	<i>Relação KDA</i>	29
6.2.2	<i>Farm/Segundo</i>	31
6.2.3	<i>Ouro/Segundo</i>	33
6.3	Cenários Player versus Player	35
6.3.1	<i>Cenário 8</i>	35
6.3.1.1	<i>Farm/segundo</i>	36
6.3.1.2	<i>Ouro/segundo</i>	38
6.3.2	<i>Cenário 9</i>	39
6.3.2.1	<i>Farm/segundo</i>	40

6.3.2.2	<i>Ouro/segundo</i>	42
6.4	Discussão	43
7	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os eSports vêm crescendo cada vez mais e aumentando gradativamente seu público. Para Tassi (2012), a internet uniu todos os *nerds* do mundo transformando os eSports de simples passatempo para um fenômeno de popularidade, aumentando sua audiência em centenas de milhares, e elevando os prêmios de um valor quase insignificante para milhões de dólares. Dentre esses eSports, um gênero que tem se destacado em todo o mundo é o *Multiplayer Online Battle Arena* (MOBA). “Nos últimos anos, os jogos MOBA, uma variante do gênero RTS, evoluíram para abranger uma fração significativa do ambiente eSports” (DRACHEN et al., 2014, tradução nossa). Esse gênero consiste em duas equipes se enfrentando para um objetivo específico, seja a destruição da base inimiga ou a realização de missões. Esse estilo de jogo será melhor explicado na fundamentação teórica.

Por se tratar de um jogo ARTS (*Action Real-Time Strategy game*), onde todas as ações afetam todos os jogadores na partida simultaneamente, as condições de rede tornam-se importantes para cada jogador. Os jogos massivos online multiusuário ou MMO (*Massive Multiplayer Online*) necessitam de cada vez mais de recursos de rede, e enfrentam problemas como atrasos e perdas de pacotes que limitam sua eficiência e podem prejudicar seus jogadores (CALLADO et al., 2004). Fatores como taxa de transferência, latência e perda de dados podem afetar drasticamente a jogabilidade de um usuário em uma partida online. Esse problema foi abordado em ALEXANDRE (2014) que trabalha com jogos RTS (*Real-Time Strategy*) e CALLADO et al. (2004) que aplica testes a jogos do gênero FPS (*First Person Shooter*).

Esse trabalho traz como objetivo analisar o impacto de diferentes condições de rede entre cliente e servidor sobre a jogabilidade do usuário através de diferentes cenários de rede e coletando dados sobre as partidas jogadas nesses cenários. A avaliação dentro dos cenários pode ajudar a definir as condições mínimas de rede para um bom desempenho no jogo e quantificar o quanto cada variação afeta um jogador. Os resultados encontrados podem gerar dados a serem utilizados pelas empresas mantenedoras dos jogos para melhoria de equilíbrio de partidas em servidores e também servem para usuários comuns verificarem o seu desempenho em função do serviço de rede.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar o impacto de diferentes condições de rede sobre a jogabilidade em um jogo MOBA.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar quantitativamente o desempenho dos jogadores dentro do jogo, sob diferentes condições de rede.
- Avaliar qual dos fatores escolhidos (latência, taxa de transmissão e taxa de perda de pacotes), tem maior influência sobre o desempenho dos jogadores.

A próxima seção apresenta os trabalhos relacionados a esse trabalho.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Callado et al. (2004) realizam uma análise qualitativa e quantitativa do jogo Counter-Strike, um jogo online do gênero FPS sob diferentes condições de rede. Os fatores utilizados nesse experimento foram latência e perda de pacotes. O estudo foi feito realizando uma análise qualitativa através de um questionário aplicado aos jogadores para cada partida, onde os jogadores deveriam informar como foi a percepção dos eventos no jogo e das respostas de seus comandos, atribuindo as opções: muito ruim, ruim, razoável, bom e muito bom (cada opção valendo um número de 1 a 5 para o cálculo da média). O resultado dessa análise revelou que os testes realizados com uma taxa de perda de pacote de até 5% não afetaram negativamente os jogadores. Também revelou que o atraso de pacotes afeta a jogabilidade no sentido de resposta aos comandos, isto é, que alguns comandos geram resposta atrasada e outros são mesmo ignorados em função do atraso.

A análise quantitativa foi feita através da coleta de dados durante as partidas. A análise estatística é feita na coleta de dados como quantidade de vezes que o jogador matou na mesma partida, máximo de jogadores mortos por todos os jogadores, número mínimo de mortes de todos os jogadores e número de mortes do jogador. Através dessa análise foi possível concluir que perdas de pacote não afetam os jogadores enquanto o atraso de pacotes apresenta uma maior influência sobre a jogabilidade dos mesmos.

Este trabalho se relaciona ao citado, pois realiza uma análise quantitativa no desempenho de cada jogador por partida, em cenários já pré-definidos adicionando um fator a mais que é a taxa de transmissão. No trabalho citado, os dados são verificados durante o jogo e neste trabalho eles serão configurados para cada cenário. Ambos realizam testes em jogos multiusuários de tempo real, porém o citado utiliza um jogo do gênero FPS enquanto este utilizou um jogo do gênero MOBA.

Alexandre (2014) realiza uma análise do impacto causado pela alteração de fatores na rede entre cliente e servidor em um jogo de estratégia, e assim averigua a influência na jogabilidade do usuário, através de dados coletados em diferentes cenários de rede criados. Foi utilizado o jogo *multiplayer* Apocalypse of the Dead, um jogo de estratégia do gênero RTS.

A análise é feita a partir de dados fornecidos pelo jogo no decorrer da partida, avaliando recursos, unidades, exploração e utilizando as quatro pontuações definidas pelo jogo que são: Pontuação Econômica, Pontuação Militar, Pontuação Exploração e Pontuação Total. Os testes também fazem uma divisão de jogadores experientes e inexperientes.

O trabalho propõe cinco cenários com variações dos seguintes fatores a que os jogadores são submetidos: taxa de transmissão, atraso de pacotes e perda de pacotes. O primeiro cenário é a representação de uma conexão ADSL, o segundo a representação de uma conexão via rádio, o terceiro a representação de uma conexão discada, o quarto a junção de ADSL e rádio onde há um grupo de jogadores em uma rede enfrentado outro grupo na outra rede e o quinto a inversão do quarto cenário com os mesmos jogadores.

Os resultados obtidos no trabalho citado apresentaram que, nos piores cenários, as condições de rede afetaram sim o desempenho tanto de usuários experientes quando 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.

Este trabalho se relaciona ao citado, pois ambos testam jogos multiusuários, sendo que o citado testa um jogo de estratégia enquanto esse utiliza um jogo do gênero MOBA, este trabalho realizou partidas sem influências da rede para adaptação total dos jogadores podendo assim garantir a usabilidade do primeiro cenário para a avaliação e realizou cenários onde jogadores com diferentes condições de rede se enfrentaram.

Sampieza et. al (2018) realiza uma análise do desempenho individual e coletivo de jogadores em jogos MOBA e como o jogador muda seu desempenho de acordo com o interagir com equipes diferentes. O jogo usado é o *League of Legends*. Em seu trabalho Sampieza propõem quatro perguntas, “Os jogadores melhoram com o tempo, pois adquirem habilidades e experiência através do trabalho em equipe? Há mudanças notáveis no desempenho individual durante o curso de uma única sessão de jogo em equipe? Se o desempenho mudar em uma sessão, a experiência diminui sua variação? Que fatores predizem a escolha de um jogador para continuar jogando ou terminar uma determinada sessão?”.

Os dados analisados foram coletados de cerca de 242.000 partidas jogadas por uma amostra de 16 665 jogadores. A análise de desempenho dos jogadores é realizada através de algumas métricas definidas pela autora, dentre elas a relação KDA (*Kills, Deaths e Assits*) = $(K+A)/\max(1,D)$, onde K são o número de abates, A o número de assistências e D o número de morte. Outras métricas usadas na análise de desempenho de cada jogador, é a taxa de vitória, realização de objetivos específicos em cada partida, duração média das partidas e ouro coletado.

Esse trabalho se relaciona com o citado, pois utilizara a relação KDA definida nele como uma das métricas para avaliar o desempenho dos jogadores.

A próxima seção apresenta a fundamentação teórica desse trabalho.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 MOBA – Multiplayer Online Battle Arena

É um tipo específico de jogo multiusuário, onde uma quantidade determinada de jogadores se enfrenta em duas equipes. Para Cecin e Trinta (2007), os jogos multiusuários podem ser divididos em dois tipos; pequena escala e massivos, onde o de pequena escala é jogado por um pequeno grupo de usuários, geralmente um deles sendo o servidor, e os massivos tem um grande número de jogadores onde o servidor é uma máquina específica em constante execução. O MOBA pode se enquadrar tanto no de pequena escala quando jogado em uma rede LAN onde um dos jogadores é o servidor como também se enquadra no massivo, quando os jogadores buscam partidas *online* hospedadas nos servidores do próprio jogo.

Para Drachen (2014), o termo MOBA pode ser usado para denotar qualquer jogo onde uma equipe enfrenta outra para obter a vitória, geralmente pela eliminação da base inimiga ou através de outros meios como, por exemplo, contagem de pontos.

Os MOBAs são jogos complexos de estratégia e habilidades, tendo de dezenas a centenas de personagens que podem ser escolhidos pelos jogadores no início de uma partida, cada um com suas próprias habilidades e estilo de jogo. Eles também possuem uma variedade de itens a serem comprados durante a partida para fortalecer seu personagem. A compra desses itens dá-se por moedas que podem ser coletadas ao eliminar *minions* (unidades NPC que se movimentam pelas rotas), monstros (unidades NPC passivas que se concentram na selva) e eliminando os jogadores da equipe inimiga.

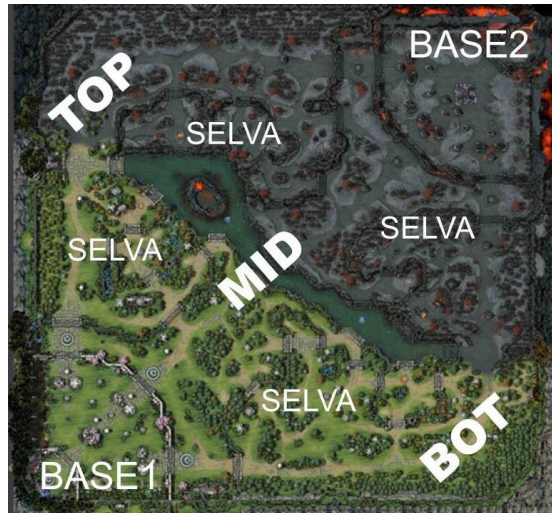
Este trabalho tem como foco analisar a influência das condições de rede sobre um jogo MOBA por ser um jogo ARTS. Para CALLADO et al. (2004) jogos em rede necessitam de recursos importantes para funcionarem de forma eficiente. Este trabalho avaliará como a variação desses recursos afeta o desempenho do jogador.

4.2 O Jogo “DOTA 2”

DOTA 2 é um jogo MOBA originado de uma modificação do jogo Warcraft III, o Defense of the Ancients. É um jogo gratuito desenvolvido pela empresa Valve e disponibilizado na plataforma de jogos Steam. O jogo consiste em partidas disputadas por duas equipes de até cinco pessoas onde o objetivo é destruir a base uma da outra. As partidas são disputadas em um mapa com uma selva e três rotas denominadas bot (de *bottom*), top e

mid (de *middle*) como mostra na figura 01, podendo o jogador escolher qual rota usar e transitar pela selva. A figura 01 também mostra a localização das bases das respectivas equipes.

Figura 1 - Mapa DOTA 2



Fonte: dota2.gamepedia.com/map (2018).

O jogo conta hoje com um total de 115 personagens para serem escolhidos pelos jogadores, separados em três classes: força, agilidade e inteligência. Cada personagem tem características e habilidades únicas. Após a escolha do personagem o jogador permanecerá com o mesmo até o final daquela partida.

O personagem sobe de nível de acordo com a partida, ficando mais forte e melhorando suas habilidades. Para aumentar o poder do personagem, o jogador também pode comprar itens com moedas adquiridas no jogo eliminando *minions*, monstros ou outros jogadores. A figura 2 apresenta uma cena de uma partida. Na imagem, pode-se ver quatro personagens sendo dois de cada equipe e alguns *minions* de ambas equipes. No canto inferior, o mini-mapa com localização de companheiros de equipe é apresentado. No centro inferior, é possível ver informações sobre o personagem como habilidades, vida, energia e itens. No canto direito inferior ficam as moedas coletadas com algumas opções e, no canto superior, localizam-se os ícones dos outros personagens na partida, quantidades de abates de cada equipe e o tempo decorrido de jogo.

Assim como a maioria dos jogos multiusuários para conexão entre cliente e servidor o jogo DOTA 2 utiliza o protocolo UDP.

Figura 2 - Cena de uma partida.



Fonte: www.dota2.com/play/ (2018).

4.3 Infraestrutura de Rede

Para Smed, Kaukoranta, e Hakonen (2002), infraestrutura de rede consiste em toda plataforma física de suporte ao jogo. Essa plataforma pode apresentar limites que podem afetar jogos multiusuários, como por exemplo, latência e taxa de transmissão. Além dos dois citados, este trabalho também considera a perda de pacotes.

Latência ou atraso de pacote é descrita como “a medida de tempo entre o envio e a recepção de um pacote”. Taxa de transmissão é descrita como “a capacidade de transmissão em uma linha de comunicação” (CECIN; TRINTA, 2007). Perda de pacotes “é o descarte de pacotes por um roteador que tem sua fila de pacotes sobrecarregada” (KUROSE; ROSS, 2013, p. 30).

Este trabalho avalia como a taxa de transmissão, a latência e a perda de pacotes influenciam o desempenho de um jogador em um jogo MOBA. Para Cecin e Trinta (2007), a taxa de transmissão é uma medida muito importante, pois a mesma representa um limitador na quantidade de informação que pode ser transferida pelos jogadores, e a latência ou atraso de pacotes na troca de informações tem efeito direto sobre a percepção de continuidade e andamento do jogo, podendo influenciar negativamente a interação do jogador com o jogo. Para Callado et al. (2004) a perda de pacotes é um dos fatores que influenciam o desempenho dos jogadores durante uma partida, podendo causar alguns problemas como *warping* que é como uma distorção no tempo na visão do jogador, *lead targeting* que é você prever uma posição de um adversário em movimento mas uma ação realizada não ser eficaz pois quando a

mesma chega ao servidor está atrasada e *dead reckoning* que é você ver um personagem do jogo em local que ele não está mais.

A seguir, a seção apresenta os procedimentos metodológicos deste trabalho.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 Identificar na literatura fatores comumente usados para avaliar desempenho de rede em jogos online

Para definir os fatores utilizados nesse trabalho, foram pesquisados trabalhos que realizam testes de redes em jogos multiusuários, assim como os citados no tópico 2 deste trabalho. Callado et al. (2004) utiliza latência e perda de pacotes em seus testes. Já Alexandre (2014) usa latência, perda de pacotes e largura de banda. Por sua vez, Cecin e Trinta (2007) falam sobre a importância da largura de banda e da latência para um jogo multiusuário. Após essa análise, os fatores definidos para modificar o desempenho da rede na criação dos diferentes cenários de avaliação foram: latência, perda de pacotes e taxa de transmissão.

5.2 Identificação do jogo a ser utilizado

Foi escolhido o estilo de jogo MOBA por ser um dos jogos mais jogados na atualidade (TASSI, 2012), e pelo fato de na pesquisa bibliográfica não terem sido identificados trabalhos que executassem esses experimentos neste estilo de jogo. Para esse trabalho o jogo necessita ser gratuito e prover uma instalação que possibilite o uso de um servidor local. Foram pesquisados jogos com essas características. Um dos jogos observados foi o League of Legends, mas o mesmo não possui a opção de instalar um servidor localmente. Outro jogo observado foi o DOTA 2, disponível na plataforma de jogos Steam. Ele é gratuito e permite que um cliente torne-se servidor local de uma partida, cumprindo assim os requisitos necessários a este trabalho.

5.3 Identificação das métricas de avaliação do desempenho do jogador.

Ao final de cada partida no DOTA 2, o jogo apresenta dados sobre a partida e sobre cada jogador individualmente. Dados como 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 são apresentados como mostram as figuras 3 e 4.

Sampieza et. al (2018) definem uma relação KDA que atribui 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. Essa fórmula será usada nesse trabalho como um dos pontos de avaliação do desempenho do jogador. Outra métrica a ser observada é o *farm* do jogador durante a partida. Como as partidas tem variações de tempo diferentes, definimos a métrica *farm/segundo*, para comparação com outras partidas. Por fim, a última métrica avaliada será a quantidade de ouro que o jogador conseguiu acumular na partida, também pelo fato de partidas terem durações distintas definiremos ouro/segundo para avaliar essa métrica. Tais dados são coletados ao final da partida como mostrado nas figuras 3 e 4.

Figura 3 - Tela Final - Visão Geral



FONTE: Produzido pelo autor

Figura 4 - Tela Final - Placar

Equipe	Nome	V	M	A	PL	ITENS	HERÓIA	FIN / REC	CPM	XPM	CURA	HERÓI	BUILDING
Os Iluminados PONTUAÇÃO: 57	Trancrisian	5	9	30	11026			51 / 4	327	519	0	29.702	1.528
	Lupe Bot	12	7	25	12.260			46 / 4	307	472	0	18.589	815
	Vivian Bot	12	7	22	15.405			124 / 11	401	534	0	24.676	1.753
	Harold Bot	11	7	25	14.864			111 / 5	394	637	0	30.510	1.671
	Lionel Bot	14	10	23	14.122			91 / 10	381	576	3.818	29.714	2.601
Os Temidos PONTUAÇÃO: 40	Flo Bot	3	12	23	6.797			28 / 7	244	339	2.475	18.858	310
	Gas Bot	11	12	17	14.130			118 / 29	404	558	1.813	25.121	2.647
	Pablo Bot	2	15	16	5.851			35 / 20	206	337	0	12.486	606
	Mordocai Bot	12	9	18	14.082			126 / 18	431	571	0	36.248	4.929
	Monty Bot	11	9	25	14.959			89 / 3	398	583	10.866	28.977	715

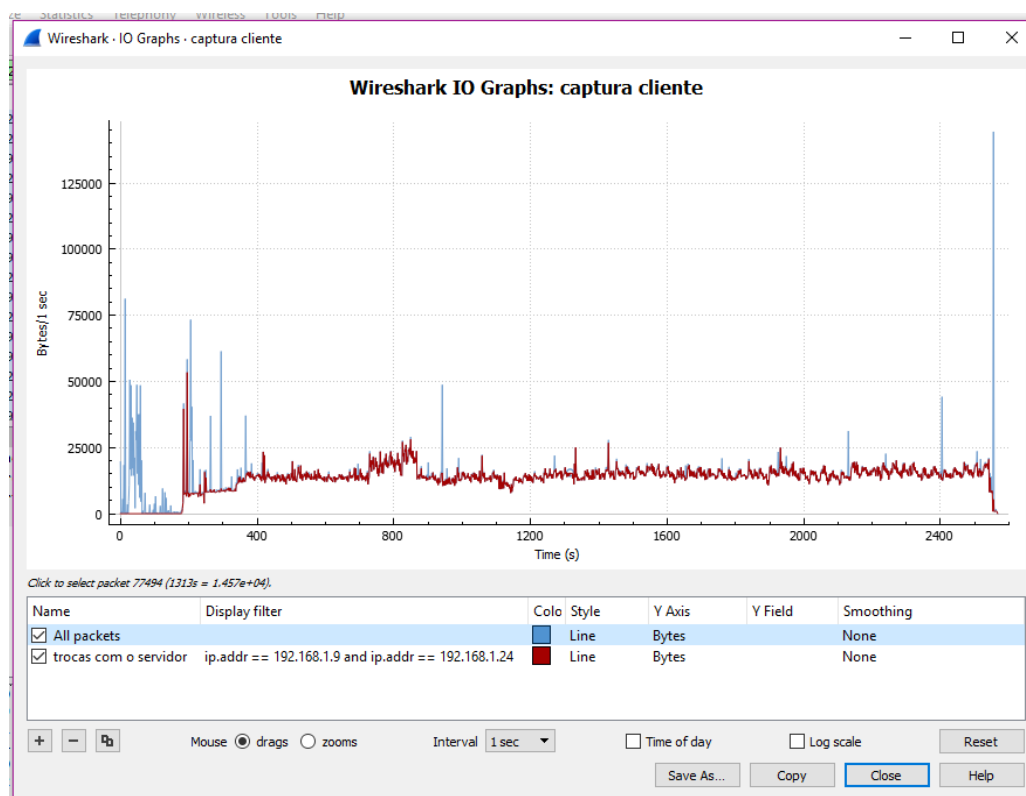
FONTE: Produzido pelo autor

5.4 Definição dos cenários

Como vimos na seção 4.3, os fatores que esse trabalho utilizou nos cenários foram latência, perda de pacotes e taxa de transmissão. Entretanto testes preliminares realizando captura de pacote com o aplicativo Wireshark demonstraram que a taxa de transmissão que o

jogo utiliza, como mostra a figura 6, só supera 25000 Bytes/s no momento do estabelecimento da partida. Na figura, a linha em vermelho representa a taxa de transmissão Bytes/segundos entre o cliente com o IP 192.168.1.9 com o servidor de IP 192.168.1.24, havendo apenas um único pico de 50000 Bytes/s no início da partida. O gráfico em questão foi obtido durante uma partida inteira de DOTA 2 de aproximadamente 36 minutos. Com base nesses dados foi considerada desnecessária a realização dos testes variando o limite da taxa de transmissão. Vale observar que está sendo levado em consideração este jogo em específico, taxas diferentes podem ser encontradas em outros jogos do tipo MOBA.

Figura 5 - Gráfico de taxa de transmissão, Wireshark



FONTE: Produzido pelo autor

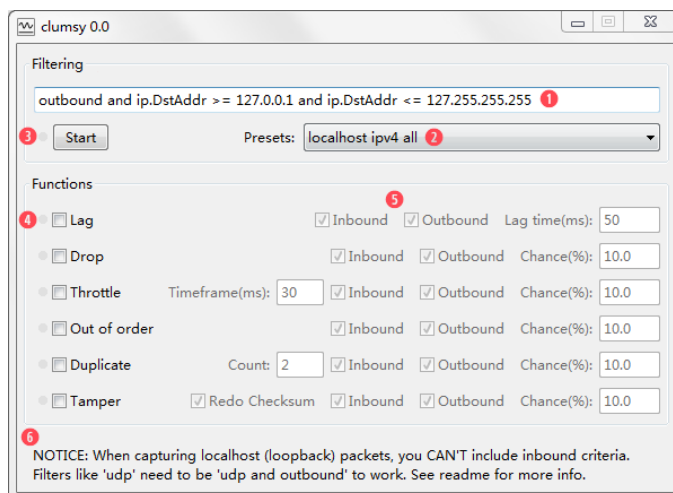
Para Cecin e Trinta em jogos multiusuários em tempo real uma latência de 100ms é aceitável para jogos de primeira pessoa e 350ms para jogos de estratégia. Com base nessas informações e na realização de testes preliminares, foi definida uma variação da latência a partir do valor de 100ms, sendo utilizados os níveis de 50ms, 100ms e 180ms. Calado et. al (2004) definiram em seus experimentos uma variação de perda de pacotes de 0.5% e 5% e constatou serem não tão impactantes sobre a percepção do usuário em jogos FPS. Nesse trabalho os mesmo valores foram utilizados por se tratar de um jogo MOBA. Combinando os fatores apresentados definimos os seguintes cenários:

- Cenário 1: Latência 1ms e perda de pacotes 0% (cenário sem influência da rede, para adaptação);
- Cenário 2: Latência 50ms e perda de pacotes 0.5%;
- Cenário 3: Latência 50ms e perda de pacotes 5%;
- Cenário 4: Latência 100ms e perda de pacotes 0.5%;
- Cenário 5: Latência 100ms e perda de pacotes 5%;
- Cenário 6: Latência 180ms e perda de pacotes 0.5%;
- Cenário 7: Latência 180ms e perda de pacotes 5%;
- Cenário 8: Cenário 02 versus Cenário 06 (Cenários onde apenas a latência varia);
- Cenário 9: Cenário 04 versus Cenário 05 (Cenário com latência mediana e apenas a perda de pacote varia).

Para criar os cenários de teste desse trabalho foi necessária uma ferramenta que simule condições de rede afetando latência e perda de pacotes no sistema operacional Windows. Após uma pesquisa, a ferramenta escolhida foi a Clumsy 0.2. Clumsy é uma ferramenta gratuita disponibilizada no github. Ela possibilita a simulação de alguns fatores na rede, como latência, perda de pacotes, duplicação de pacotes dentre outras. Ela possui uma interface bem básica e amigável como apresenta a figura 06. Estão enumerados na figura 06 os seguintes itens:

1. Filtro de entrada: Recebe uma expressão booleana como apresentado, os pacotes são capturados de acordo com esse filtro;
2. Predefinições: É uma lista de que você pode escolher para captura de pacotes;
3. Botão de controle: É acionado para iniciar ou parar a captura de pacotes pela ferramenta;
4. Controle de funções: São caixas de seleção para se ativar qual parâmetro de rede o usuário deseja alterar. Ao lado esquerdo da caixa de seleção tem uma luz que fica verde quando está em funcionamento;
5. Parâmetros de controle. Para cada função há algum controle adicional para ajustar. Podendo marcar entrada e saída, e a chance da função ocorrer;
6. *Status*: Mostra mensagens de texto úteis sobre o estado atual.

Figura 6 - Clumsy 0.2



Fonte: <http://jagt.github.io/clumsy/manual.html> (2018)

A ferramenta foi instalada no servidor e foi aplicado o filtro aos IPs específicos dos jogadores.

5.5 Realização dos testes

Os cenários apresentados foram realizados da seguinte forma: os primeiros 7 cenários foram partidas de time, 3 versus 3, entre jogadores e IA. Nesses cenários, cada jogador escolheu um personagem para jogar os 7 cenários e os times foram espelhados, ou seja, os mesmos campeões em ambos os times para que não houvesse vantagem de um campeão sobre outro. Os primeiros 7 cenários também foram utilizados para nivelar os jogadores para os cenários 8 e 9. Nestes cenários, jogadores se enfrentaram em partidas, 1 versus 1, com base em seus níveis de jogabilidade. Esses cenários também foram espelhados, havendo um acordo de quais personagens os jogadores utilizariam. Nos cenários 8 e 9, cada jogador foi submetido a duas configurações de redes como visto no tópico 5.4 desse trabalho, sendo uma partida com uma e na outra partida invertem-se as configurações de rede dos jogadores. Como nos cenários anteriores, também foi realizada uma partida sem influência da rede. Nos cenários *Player* versus IA, foram utilizadas as métricas definidas no tópico 5.3 deste trabalho que são a relação KDA, *farm/s* e *ouro/s*, por se tratar um cenário padrão de time contra time. Já nos cenários *Player* versus *Player*, ou 1 versus 1, as regras de vitória são diferentes. Os objetivos do jogo são eliminar o oponente duas vezes ou derrubar a torre do meio. O primeiro jogador a concluir um dos dois objetivos vence o jogo. Por isso, a relação KDA não foi utilizada na

avaliação desse cenário, sendo utilizadas apenas *farm/s* e *ouro/s*. Na Tabela 1, são apresentados os cenários realizados com suas condições de rede e características de avaliação.

Tabela 1 - Condições de Rede e Métricas de Avaliação de cada cenário

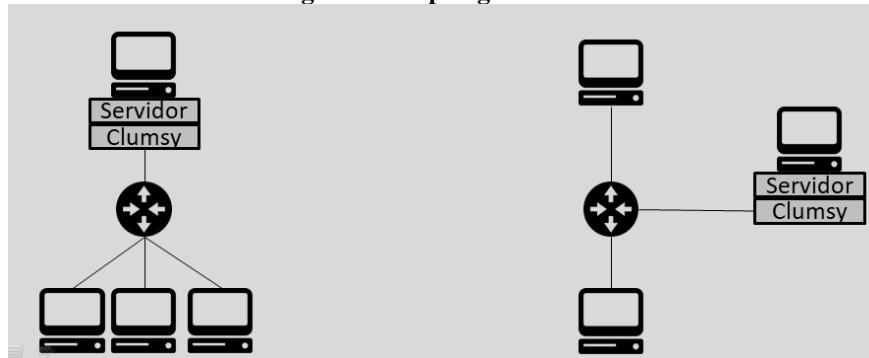
	Condições de Rede	Métricas de Avaliação
Cenário 1	Sem influência da Rede.	Relação KDA; <i>Farm/s</i> ; Ouro/s.
Cenário 2	Latência: 50 ms; Perda de Pacote: 0.5%.	Relação KDA; <i>Farm/s</i> ; Ouro/s.
Cenário 3	Latência: 50 ms; Perda de Pacote: 5%.	Relação KDA; <i>Farm/s</i> ; Ouro/s.
Cenário 4	Latência: 100 ms; Perda de Pacote: 0.5%.	Relação KDA; <i>Farm/s</i> ; Ouro/s.
Cenário 5	Latência: 100 ms; Perda de Pacote: 5%.	Relação KDA; <i>Farm/s</i> ; Ouro/s.
Cenário 6	Latência: 180 ms; Perda de Pacote: 0.5%.	Relação KDA; <i>Farm/s</i> ; Ouro/s.
Cenário 7	Latência: 180 ms; Perda de Pacote: 5%.	Relação KDA; <i>Farm/s</i> ; Ouro/s.
Cenário 8	Configuração do cenário 02 contra configuração do cenário 6.	<i>Farm/s</i> ; Ouro/s.
Cenário 9	Configuração do cenário 4 contra configuração do cenário 5.	<i>Farm/s</i> ; Ouro/s.

FONTE: Produzido pelo autor

5.6 Topologia

Os testes desse trabalho foram realizados em um ambiente de rede controlado. Os computadores foram interligados com um Switch via cabo para realizar comunicação entre os mesmos. A figura 7 apresenta o esquema de topologia dos dois grupos de testes. Sendo o modelo à esquerda a topologia do grupo Player versus IA onde 3 jogadores enfrentam 3 IAs que rodam no servidor e a topologia a direita é a do grupo Player versus Player onde dois jogadores se enfrentam em uma partida que esta hospedada no servidor. Assim como é possível ver na figura 7 a ferramenta de emulação de condições de rede Clumsy foi instalada no servidor onde é configurada para emular os cenários específicos para cada grupo de IPs dos jogadores.

Figura 7 - Topologia cenários



FONTE: Produzido pelo autor

5.7 Coleta e Avaliação dos dados

Ao final de cada partida foram coletados os dados de KDA, *farm* e ouro coletado por cada jogador. Após a realização de todos os cenários, foi realizada uma comparação do desenvolvimento de cada jogador a partir das métricas citadas para avaliar a influência dos fatores sobre o mesmo.

A seguir serão apresentados os resultados desse trabalho.

6 RESULTADOS

6.1 Coleta de dados

Após os cenários montados como citado na sessão 5.5 deste trabalho, os dados foram coletados, calculados e dispostos em tabelas e gráficos para uma melhor compreensão dos dados obtidos.

6.2 Cenários Player versus IA

Destes cenários, participaram 4 times com 3 jogadores cada. Um total de 12 jogadores foram avaliados nas métricas definidas e gerado os resultados de relação KDA, *farm/s* e *ouro/s* apresentados nos itens a seguir.

6.2.1 Relação KDA

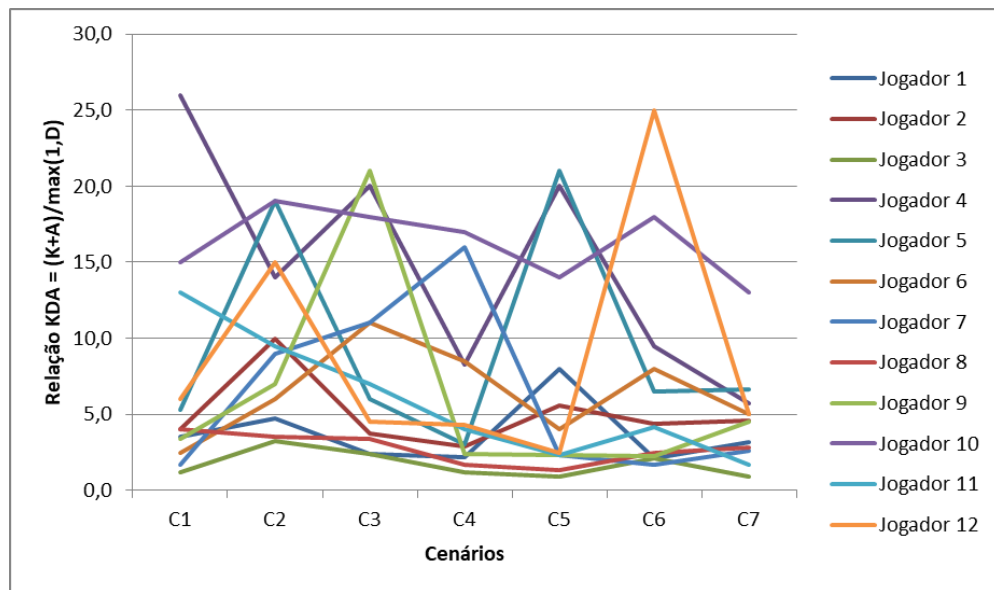
Como visto no item 5.3 deste trabalho, uma das métricas utilizadas foi a relação KDA. Na tabela 2 são apresentados os dados coletados de cada jogador e tais dados são dispostos no gráfico 1.

Tabela 2 - Relação KDA, cenários Player versus IA

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Jogador 1	3,500	4,750	2,363	2,200	8,000	2,120	3,160
Jogador 2	4,000	10,000	3,750	2,875	5,600	4,400	4,600
Jogador 3	1,166	3,222	2,370	1,220	0,920	2,083	0,920
Jogador 4	26,000	14,000	20,000	8,300	20,000	9,500	5,750
Jogador 5	5,330	19,000	6,000	3,000	21,000	6,500	6,660
Jogador 6	2,500	6,000	11,000	8,500	4,000	8,000	5,000
Jogador 7	1,660	9,000	11,000	16,000	2,330	1,660	2,600
Jogador 8	4,000	3,500	3,400	1,660	1,330	2,500	2,800
Jogador 9	3,400	7,000	21,000	2,428	2,333	2,285	4,500
Jogador 10	15,000	19,000	18,000	17,000	14,000	18,000	13,000
Jogador 11	13,000	9,500	7,000	4,000	2,330	4,200	1,714
Jogador 12	6,000	15,000	4,500	4,330	2,500	25,000	5,000

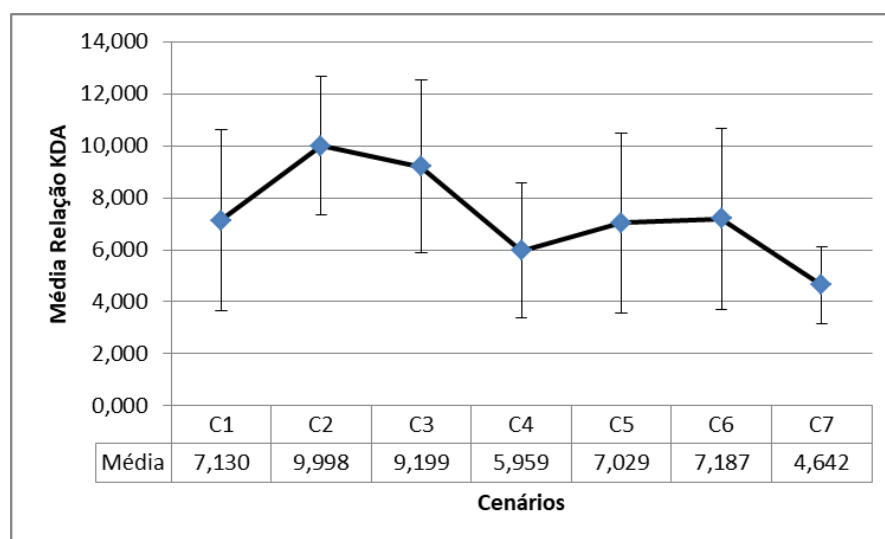
FONTE: Produzido pelo autor

Gráfico 1 – Relação KDA, cenários Player versus IA



No gráfico 1, são apresentados os dados da relação KDA disposta na sequência do melhor cenário para o pior, de cada jogador. Para uma avaliação melhor dos dados gerados foi realizado o cálculo das médias e dos intervalos de confiança com um nível de confiança de 90% de cada cenário, apresentados no gráfico 2. É possível notar do gráfico 1 que alguns jogadores mantêm índices variando mas sempre baixos. Outros variam bastante enquanto outro mantém índices altos variando sempre com valores altos, isso se dá devido à experiência do jogador no jogo, o que possibilita a ele adaptar-se melhor às condições de rede.

Gráfico 2 - Intervalos de confiança - KDA, Player versus IA



No gráfico 2, podemos ver a influência dos cenários sobre o KDA dos jogadores. Como o cenário 01 é um cenário de preparação para os jogadores os dados coletados nele podem ser desconsiderados, pois como a partida é contra IA a tendência é o jogador melhorar o desempenho cada vez que joga contra ela. Através desse gráfico é possível ver que nos cenários iniciais o jogador se sai melhor e de acordo com a mudança de cenário que vai piorando as condições de rede, seu desempenho vai caindo.

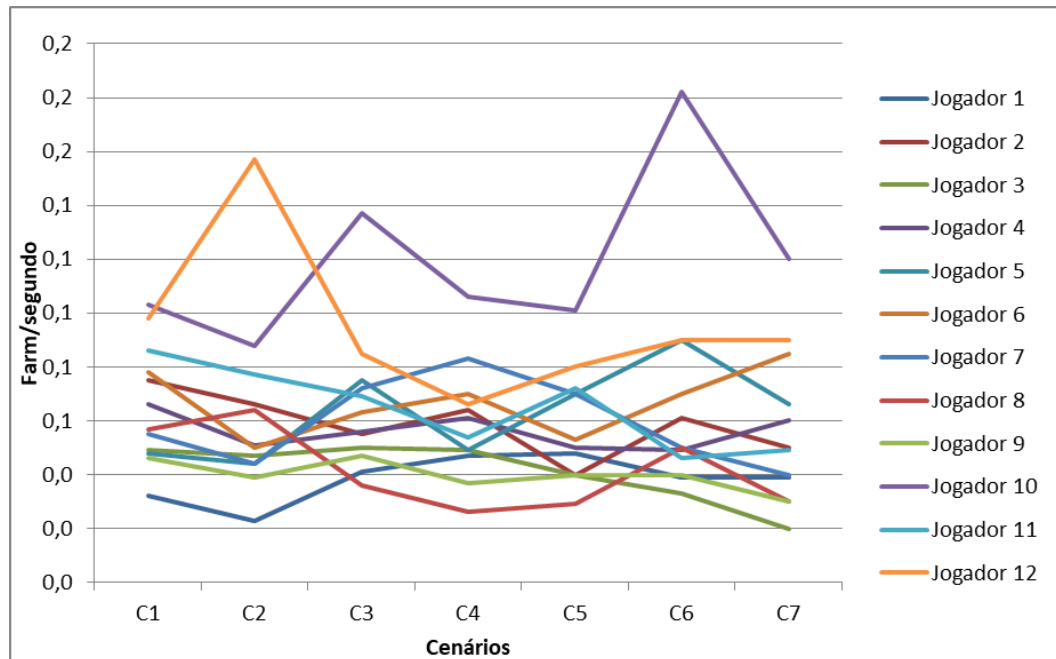
6.2.2 Farm/Segundo

Outra métrica usada para avaliar o desempenho do jogador na partida foi o *farm/s*. Os dados coletados referentes à mesma estão dispostos na tabela 3 e no gráfico 3.

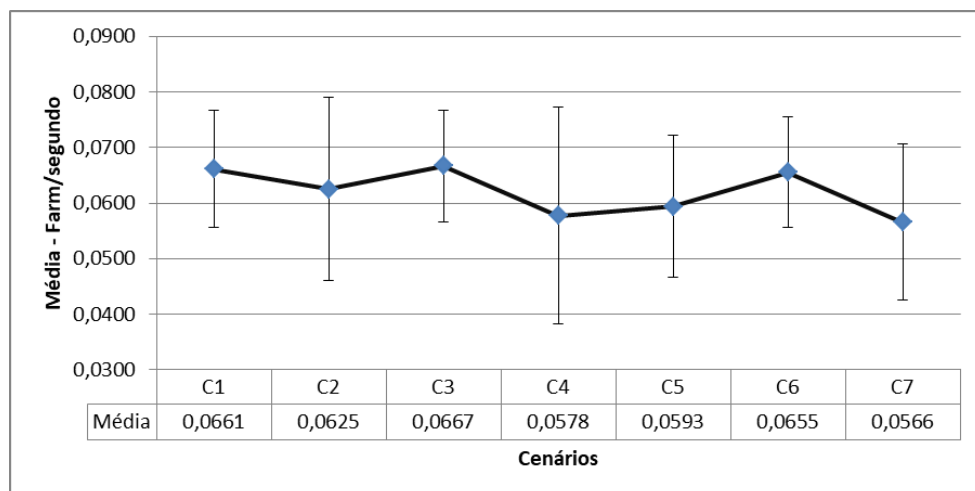
Tabela 3 - Farm/segundo, cenários Player versus IA

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Jogador 1	0,032	0,023	0,041	0,047	0,048	0,039	0,039
Jogador 2	0,075	0,066	0,055	0,064	0,04	0,061	0,05
Jogador 3	0,049	0,047	0,05	0,049	0,04	0,033	0,02
Jogador 4	0,066	0,051	0,056	0,061	0,05	0,049	0,06
Jogador 5	0,048	0,044	0,075	0,049	0,07	0,09	0,066
Jogador 6	0,078	0,05	0,063	0,07	0,053	0,07	0,085
Jogador 7	0,055	0,044	0,072	0,083	0,07	0,05	0,04
Jogador 8	0,057	0,064	0,036	0,026	0,029	0,05	0,03
Jogador 9	0,046	0,039	0,047	0,037	0,04	0,04	0,03
Jogador 10	0,103	0,088	0,137	0,106	0,101	0,182	0,12
Jogador 11	0,086	0,077	0,069	0,054	0,072	0,046	0,049
Jogador 12	0,098	0,157	0,085	0,066	0,08	0,09	0,09

Fonte: Produzido pelo autor

Gráfico 3 - *Farm/segundo*, cenários Player versus IA

No gráfico 3, são apresentados os dados de *farm/s* dispostos na sequência do melhor cenário para o pior, de cada jogador. Para uma avaliação melhor dos dados gerados, foi realizado o cálculo das médias e dos intervalos de confiança com um nível de confiança de 90% em cada cenário, como apresentado no gráfico 4. É possível notar no gráfico jogadores com índice de *farm/s* baixos e variando sempre próximo ao mesmo nível, enquanto outros variam bem mais e chegando a melhorar em cenários com condições piores, esse fato pode se dar pela experiência do jogador, que faz com que o mesmo se adapte melhor as condições de rede.

Gráfico 4 - Intervalo de confiança - *Farm/segundo*, cenários Player versus IA

No Gráfico 4, podemos ver a influência dos cenários sobre o *farm* dos jogadores. Como citamos anteriormente o cenário 1 pode ser desconsiderado por ser um cenário inicial, e o jogador tem a tendência de melhorar o desempenho cada vez que joga contra a IA. O gráfico apresenta a média de desempenho dos jogadores de cada cenário realizado e seus respectivos intervalos de confiança. Através desse gráfico é possível ver que a perda de pacote não é um fator atenuador da perda de *farm/s*, podendo ver isso apenas entre os cenários 4 e 7 onde a latência é a pior dos cenários e o sétimo cenário é o com pior configuração de rede.

6.2.3 Ouro/Segundo

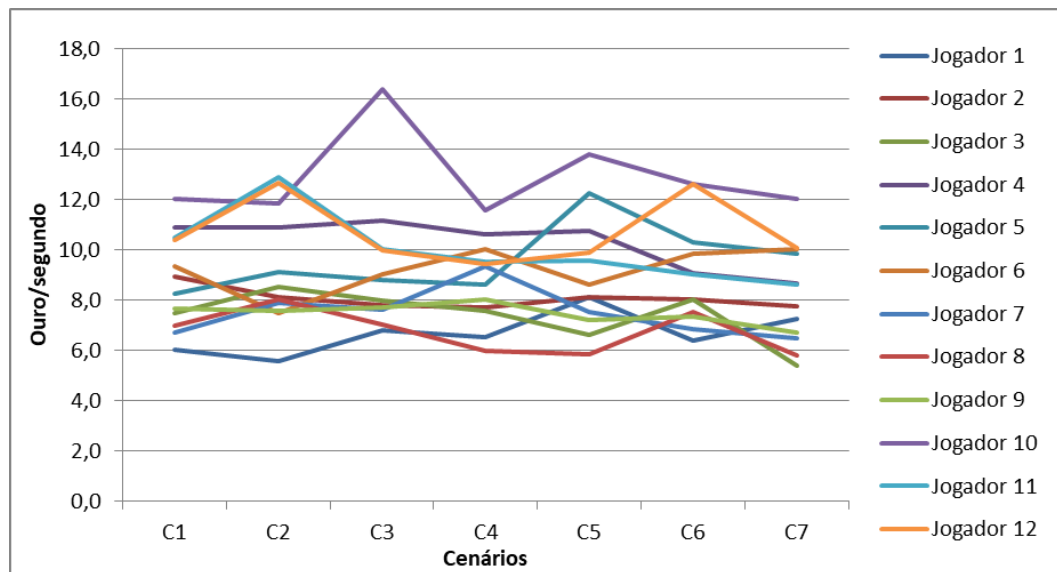
A última métrica usada para avaliar o desempenho do jogador na partida foi o ouro/s. Os dados coletados referentes à mesma estão dispostos na tabela 4 e no gráfico 5.

Tabela 4 - Ouro/s, cenários Player versus IA

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Jogador 1	6,001	5,547	6,773	6,5	8,11	6,4	7,257
Jogador 2	8,914	8,108	7,79	7,699	8,13	8,017	7,77
Jogador 3	7,475	8,529	7,985	7,554	6,63	8,015	5,382
Jogador 4	10,876	10,871	11,156	10,61	10,76	9,083	8,648
Jogador 5	8,248	9,123	8,813	8,63	12,23	10,315	9,824
Jogador 6	9,35	7,482	9	10,01	8,592	9,834	10
Jogador 7	6,712	7,873	7,59	9,316	7,5	6,84	6,49
Jogador 8	6,994	8,03	7,037	5,995	5,824	7,503	5,784
Jogador 9	7,643	7,553	7,712	8,027	7,219	7,337	6,696
Jogador 10	12	11,83	16,397	11,55	13,77	12,59	12,02
Jogador 11	10,457	12,89	10,034	9,53	9,576	9,03	8,607
Jogador 12	10,379	12,672	9,962	9,445	9,87	12,604	10,07

Fonte: Produzido pelo autor

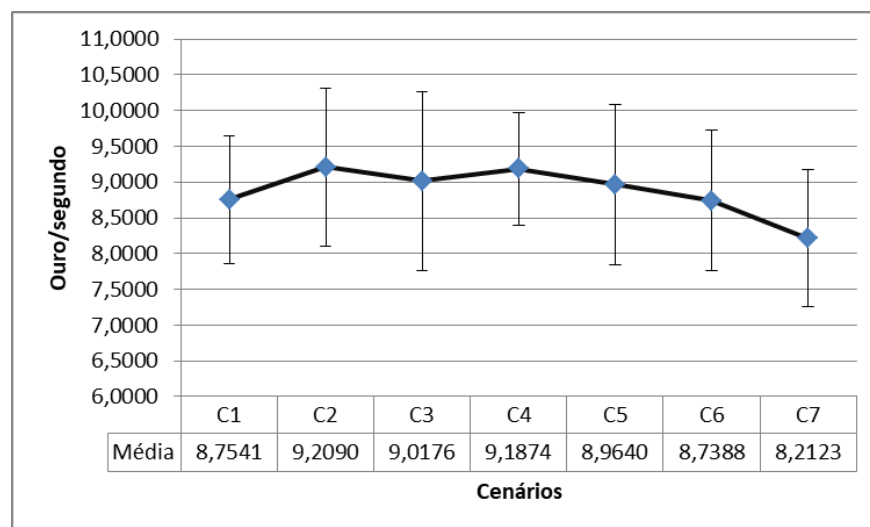
Gráfico 5 - Ouro/segundo, cenários Player versus IA



Fonte: Produzido pelo autor

No gráfico 5, são apresentados os dados de ouro/s dispostos na sequência do melhor cenário para o pior, de cada jogador. Para uma avaliação melhor dos dados gerados foi realizado o cálculo das médias e dos intervalos de confiança com um nível de confiança de 90% de cada cenário, apresentados no gráfico 6. Assim como observado nos gráficos 1 e 3 os índices de ouro/s também variam diferentes para jogadores com diferentes níveis de experiência no jogo. Podendo-se observar jogadores com índices mais altos mesmo em cenários com piores condições de rede.

Gráfico 6 - Intervalo de confiança - Ouro/segundo, cenários Player versus IA



Fonte: Produzido pelo autor

No gráfico 6, podemos ver a influência dos cenários sobre a coleta de ouro dos jogadores. Como citamos anteriormente o cenário 1 pode ser desconsiderado por ser um cenário inicial, e o jogador tem a tendência de melhorar o desempenho cada vez que joga contra a IA. Através desse gráfico é possível ver que a perda de pacote causa um declínio na coleta de ouro dos jogadores como é possível notar entre os cenários 2 e 3 onde apenas a perda de pacote é variada, do cenário 4 em diante isso piora de acordo com o aumento da latência e da perda de pacotes.

6.3 Cenários Player versus Player

O cenário player versus player foi desenvolvido com confrontos 1 versus 1, como citado no item 5.5 desse trabalho. Foram realizados o cenário 8 onde cada jogador é submetido aos cenários 2 e 6 alternadamente. O cenário 2 com uma latência de 50ms e uma perda de pacotes de 0,5% e o cenário 6 uma latência de 180ms e uma perda de pacotes de 0,5%. Dessa forma no cenário 8 apenas a latência é alterada. E o cenário 9 onde cada jogador é submetido aos cenários 4 e 5 alternadamente. O cenário 4 com uma latência de 100ms e uma perda de pacotes de 0,5% e o cenário 5 uma latência de 100ms e uma perda de pacotes de 5%. Dessa forma no cenário 9 apenas a taxa da perda de pacotes é alterada. Antes dos cenários, os jogadores realizam uma partida sem influência da rede, para verificar o resultado da partida caso não houvesse diferença nas condições de rede. Lembrando que para esses cenários a métrica relação KDA foi dispensada, como vimos no item 5.5 desse trabalho.

6.3.1 Cenário 8

Neste cenário, apenas a latência é variada nas condições de rede imposta aos jogadores que se enfrentam, no total 10 jogadores se enfrentaram nesse cenário, sucessivamente o primeiro versus o segundo, o terceiro versus o quarto e assim por diante. Após a realização dos testes, foi observado que 6 dos 10 jogadores que se enfrentaram, venceram a partida com melhor condições de rede e perderam na de pior condições e 4 deles venceram ou perderam independente das condições às quais foram submetidos.

6.3.1.1 Farm/segundo

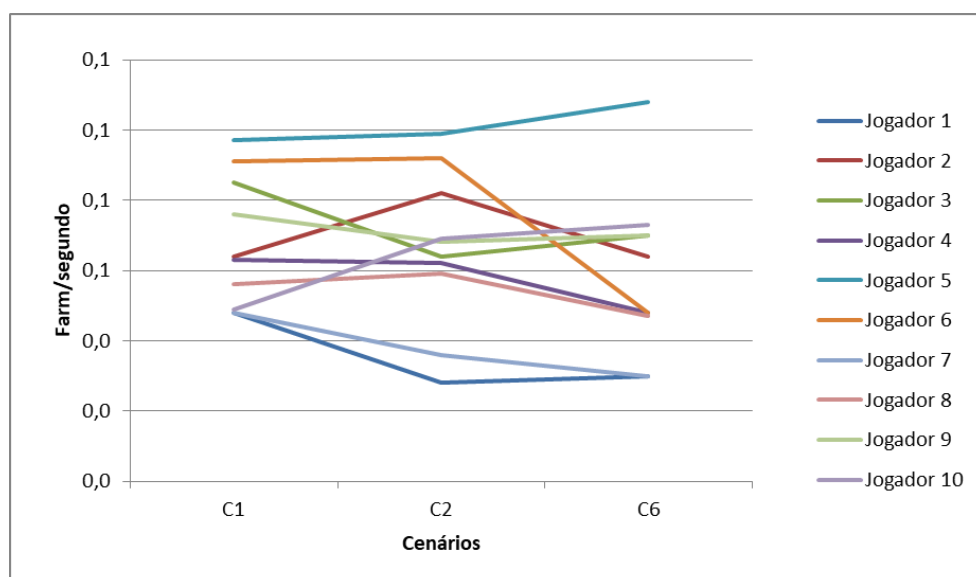
Na tabela 5, estão dispostos os dados de *farm/segundo* de cada jogador, que também estão inseridos no gráfico 7.

Tabela 5 - Farm/segundo, cenário 8

	C1	C2	C6
Jogador 1	0,048	0,028	0,03
Jogador 2	0,064	0,082	0,064
Jogador 3	0,085	0,064	0,07
Jogador 4	0,063	0,062	0,048
Jogador 5	0,097	0,099	0,108
Jogador 6	0,091	0,092	0,048
Jogador 7	0,048	0,036	0,03
Jogador 8	0,056	0,059	0,047
Jogador 9	0,076	0,068	0,07
Jogador 10	0,049	0,069	0,073

Fonte: Produzido pelo autor

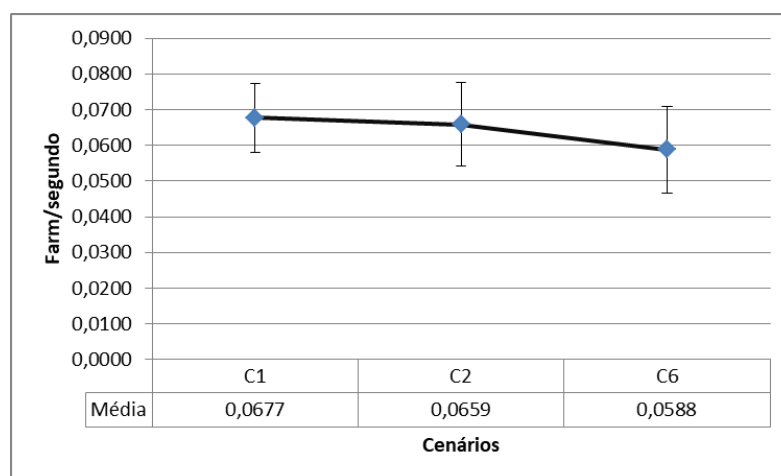
Gráfico 7 - Farm/segundo, cenário 8



Fonte: Produzido pelo autor

No gráfico 7, são apresentados os dados de *farm*/segundo dispostos na sequência do melhor cenário para o pior, de cada jogador. Para uma avaliação melhor dos dados coletados foi realizado o cálculo das médias e dos intervalos de confiança com um nível de confiança de 90% de cada cenário, apresentados no gráfico 8. No gráfico 7, é possível notar que a maioria dos jogadores tem um declínio de desempenho na sequência dos cenários, mas alguns apresentam melhora. Isso acontece provavelmente ou pelo jogar aprender como o seu adversário se comporta no jogo, podendo prever suas ações, ou pela escolha do personagem, levando em consideração que o personagem é escolhido pelos dois, onde os dois tenham níveis de conhecimento do personagem parecido, e o jogador pode ter aprendido melhor como funciona o personagem no cenário anterior, fazendo-o melhorar seu desempenho mesmo com uma condição de rede pior. Também é esperado que o jogador tenha um desempenho melhor no cenário 2, afinal seu oponente está no cenário 6, que é um cenário com piores condição de rede.

Gráfico 8 - Intervalos de confiança - *Farm*/segundo, cenário 8



Fonte: Produzido pelo autor

No gráfico 8 pode-se notar um declínio do *farm* dos jogadores de acordo com a mudança de cenário, sendo do cenário 1 para o 2 não tão expressiva, mas do cenário 2 para o 6 mais considerável.

6.3.1.2 Ouro/segundo

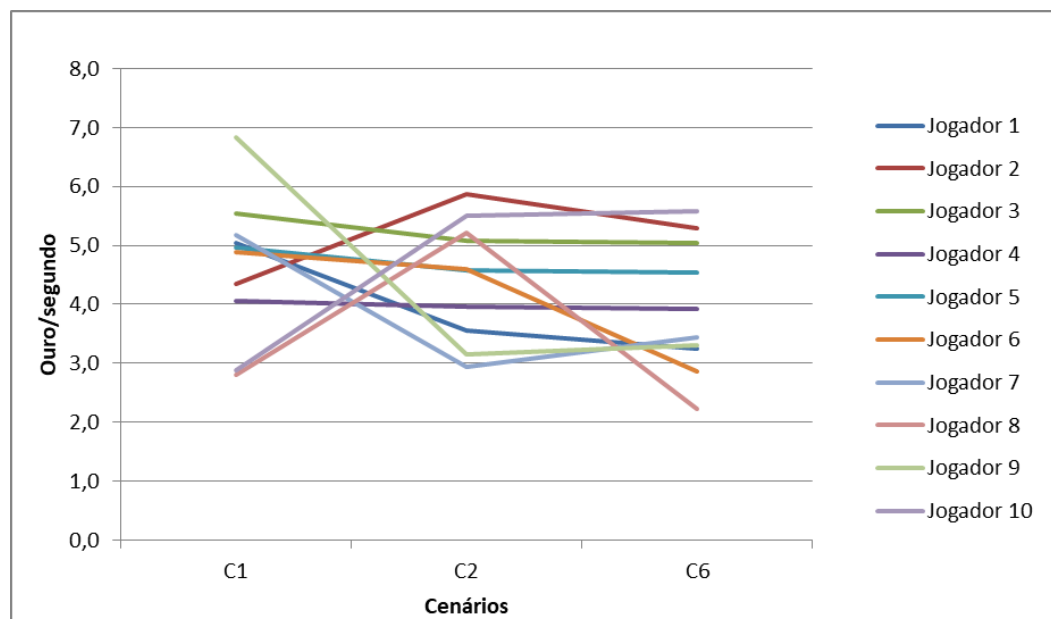
Na tabela 6 e no gráfico 9, estão dispostos os dados de ouro/segundo de cada jogador.

Tabela 6 - Ouro/segundo, cenário 8

	C1	C2	C6
Jogador 1	5,044	3,555	3,248
Jogador 2	4,341	5,867	5,3
Jogador 3	5,541	5,086	5,04
Jogador 4	4,053	3,96	3,921
Jogador 5	4,97	4,575	4,535
Jogador 6	4,887	4,604	2,853
Jogador 7	5,167	2,944	3,44
Jogador 8	2,808	5,22	2,228
Jogador 9	6,84	3,147	3,304
Jogador 10	2,89	5,51	5,59

Fonte: Produzido pelo autor

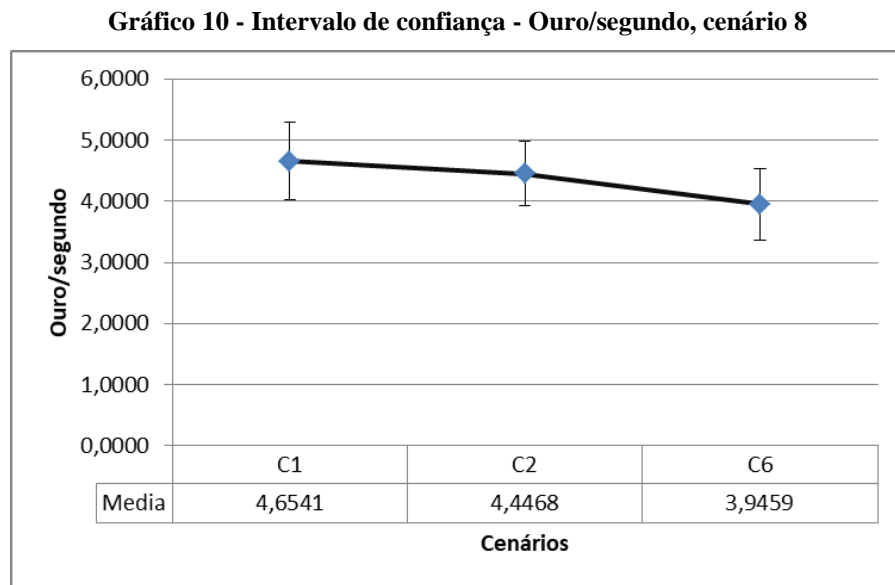
Gráfico 9 - Ouro/segundo, cenário 8



Fonte: Produzido pelo autor

No gráfico 9, são apresentados os dados de ouro/segundo dispostos na sequência do melhor cenário para o pior, de cada jogador. Para uma avaliação melhor dos dados gerados foi

realizado o cálculo das médias e dos intervalos de confiança com um nível de confiança de 90% de cada cenário, apresentados no gráfico 10. Assim como citado no item 6.3.1.1 desse trabalho é possível observar uma melhora no desempenho de alguns jogadores mesmo em um cenário pior. A variação que ocorre do cenário 1 para o cenário 2 acontece pelo fato de seu oponente estar no em um cenário com condições de rede pior. E a melhora dos jogadores do cenário 2 para o cenário 6 acontece devido à curva de aprendizagem do jogador sobre seu oponente ou sobre o personagem escolhido.



Fonte: Produzido pelo autor

No Gráfico 10 pode-se notar um declínio do ouro coletado pelos jogadores de acordo com a mudança de cenário, sendo do cenário 1 para o 2 uma variação menor. Isso se dá devido ao fato de que no cenário 1 os dois estão em condições de redes iguais, e no cenário 2 o seu adversário está em uma rede com condições de rede pior, fazendo com que ele se saia melhor contra o adversário. Já a variação do cenário 2 para o 6 é mais considerável, pelo mesmo fato citado anteriormente, quem está no cenário 6 está enfrentando um jogador no cenário 2, que é um cenário com melhores condições de rede.

6.3.2 Cenário 9

Neste cenário, apenas a perda de pacote é variada nas condições de rede imposta aos jogadores que se enfrentam. No total 8 jogadores se enfrentaram nesse cenário, sucessivamente o primeiro versus o segundo, o terceiro versus o quarto e assim por diante. Após a realização dos testes foi observado que 4 dos 8 jogadores que se enfrentaram,

venceram a partida com melhores condições de rede e perderam nas de piores condições, enquanto 4 deles venceram ou perderam, tendo o mesmo resultado independente das condições às quais foram submetidos.

6.3.2.1 Farm/segundo

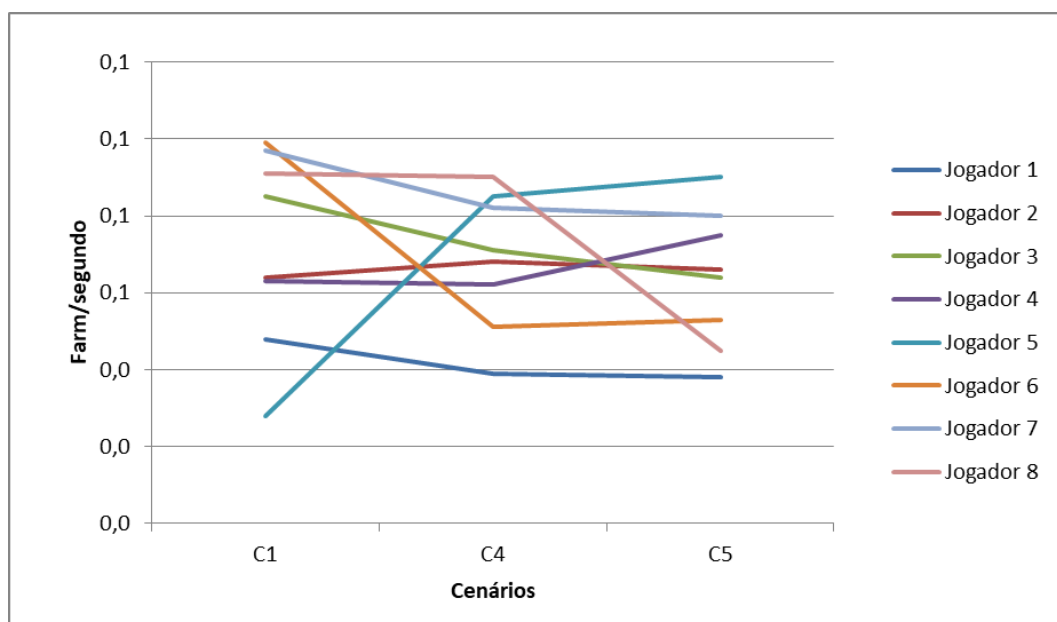
Na tabela 7 e no gráfico 11, estão dispostos os dados de *farm*/segundo de cada jogador.

Tabela 7 - Farm/segundo, cenário 9

	C1	C4	C5
Jogador 1	0,048	0,039	0,038
Jogador 2	0,064	0,068	0,066
Jogador 3	0,085	0,071	0,064
Jogador 4	0,063	0,062	0,075
Jogador 5	0,028	0,085	0,09
Jogador 6	0,099	0,051	0,053
Jogador 7	0,097	0,082	0,08
Jogador 8	0,091	0,09	0,045

Fonte: Produzido pelo autor

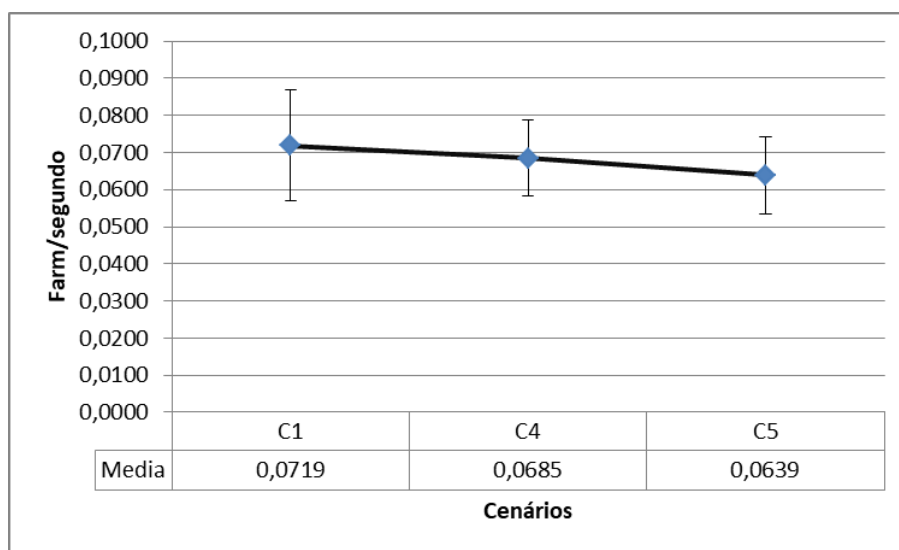
Gráfico 11- Farm/segundo, cenário 9



Fonte: Produzido pelo autor

No gráfico 11, são apresentados os dados de *farm*/segundo dispostos na sequência do melhor cenário para o pior, de cada jogador. Para uma avaliação melhor dos dados gerados foi realizado o cálculo das médias e dos intervalos de confiança com um nível de confiança de 90% de cada cenário, apresentados no Gráfico 12. No gráfico 11, é possível ver que a maioria dos jogadores tem perda de desempenho na sequência de cenários, entretanto um jogador obteve ganho em todos os cenários isso se dá provavelmente pela sua curva de aprendizado seja com relação ao personagem escolhido ou com relação ao seu oponente. A variação que acontece do cenário 1 para o cenário 4 é esperada, afinal seu oponente está em um cenário com condições de rede piores. Mas a variação do cenário 04 para o cenário 05 pode ocorrer pela curva de aprendizagem do jogador tanto sobre o personagem escolhido ou sobre seu oponente como citado anteriormente, e ainda pelo fato de que provavelmente seu oponente não tenha conseguido se adaptar às condições de rede.

Gráfico 12 - Intervalos de confiança - *Farm*/segundo, cenário 9



Fonte: Produzido pelo autor

No gráfico 12, pode-se notar um declínio do *farm* dos jogadores de acordo com a mudança de cenário para piores condições de rede, mas não tão expressivo demonstrando que a perda de pacotes não tem grande influência sobre o *farm* do jogador.

6.3.2.2 Ouro/segundo

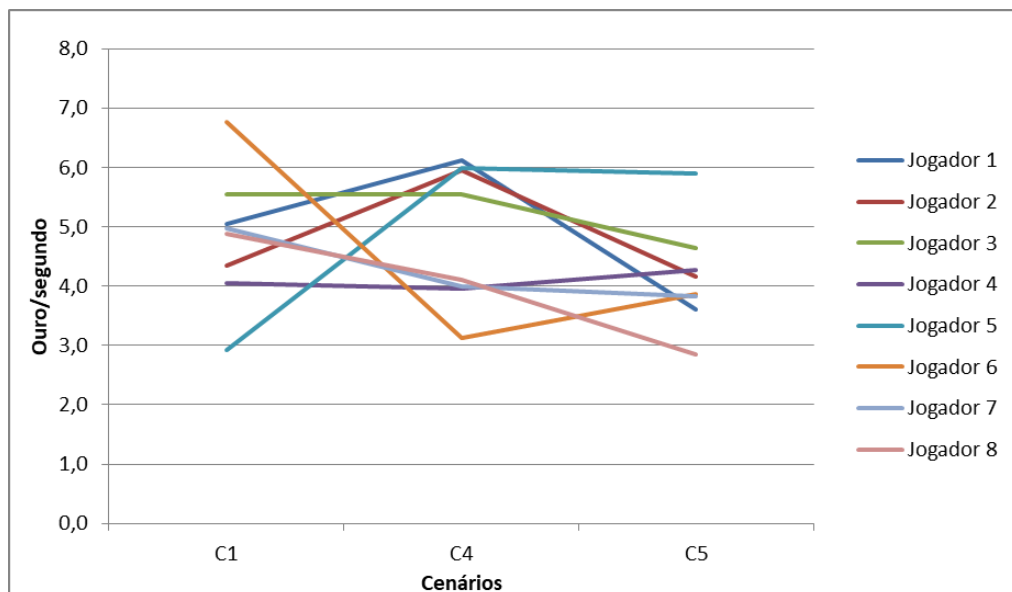
Na tabela 8 e no gráfico 13, estão dispostos os dados de ouro/segundo de cada jogador.

Tabela 8 - Ouro/segundo, cenário 9

	C1	C4	C5
Jogador 1	5,044	6,124	3,612
Jogador 2	4,341	5,944	4,165
Jogador 3	5,541	5,552	4,647
Jogador 4	4,053	3,954	4,267
Jogador 5	2,928	5,981	5,89
Jogador 6	6,77	3,118	3,874
Jogador 7	4,97	4,001	3,835
Jogador 8	4,887	4,104	2,853

Fonte: Produzido pelo autor

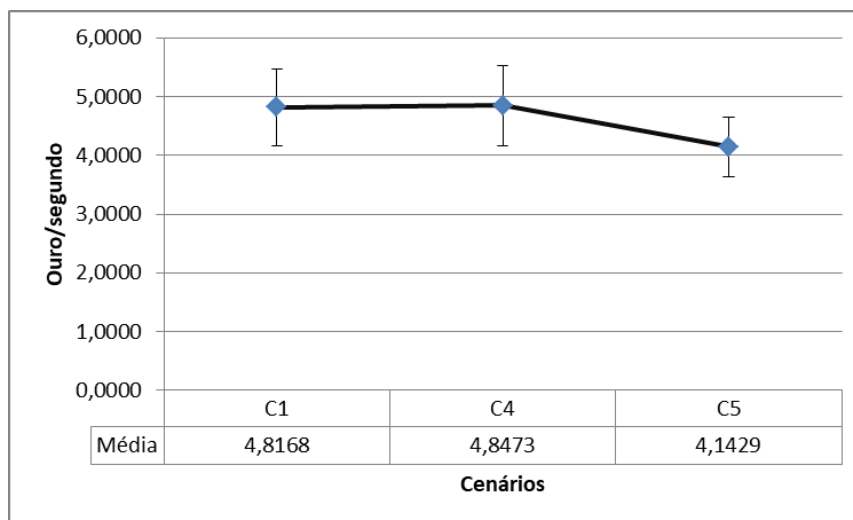
Gráfico 13 - Ouro/segundo, cenário 9



Fonte: Produzido pelo autor

No gráfico 13, são apresentados os dados de ouro/segundo dispostos na sequência do melhor cenário para o pior, de cada jogador. Para uma avaliação melhor dos dados gerados foi realizado o cálculo das médias e dos intervalos de confiança com um nível de confiança de 90% em cada cenário apresentado no gráfico 14. Assim como no item 6.3.2.1 desse trabalho é possível notar um jogador com ganho de desempenho. Logicamente, se isso ocorre no *farm* de um jogador, também ocorre na sua coleta de ouro, pois um é diretamente influenciado pelo outro.

Gráfico 14 - Intervalos de confiança - Ouro/segundo, cenário 9



Fonte: Produzido pelo autor

No Gráfico 14, pode-se notar que nos cenários 1 e 4 não houve declínio do ouro coletado pelos jogadores. Já no cenário 5, onde perda de pacotes é maior, a queda do desempenho foi considerável. Esse fato se dá pelo fato de que no cenário 1 os dois jogadores estão em condições de rede igual e, no cenário 04, o seu oponente está em um cenário de rede com piores condições.

6.4 Discussão

Um problema que enfrentamos na realização dos testes foi a quantidade de jogadores, que não muito grande e o número de jogadores foi sendo reduzido de acordo com os cenários por conta da disponibilidade dos mesmos.

Um dado interessante que foi observado nos cenários de time ao final dos testes, foi que as diferentes condições de rede têm uma influência maior sobre o *farm* e o ouro coletado de jogadores mais experientes, ou seja, jogadores com pontos melhores, jogadores que *farmaram* mais e jogadores que coletaram mais ouro. Para avaliar isso foi usado o cálculo da média e o cálculo da variância sobre os cenários de cada jogador. Esses dados são apresentados na tabela 9. Note que na tabela 9 as maiores e menores médias de *farm/s* e de ouro/s estão ligadas diretamente aos maiores e menores índices de variância.

Tabela 9 - Média e Variância - Farm/s e Ouro/s

	Média Farm/s	Variância Farm/s	Média Ouro/s	Variância Ouro/s
Jogador 1	0,038429	0,00006453	6,655428571	0,605397388
Jogador 2	0,058714	0,000113061	8,061142857	0,146525837
Jogador 3	0,041143	0,000107265	7,367142857	0,954585551
Jogador 4	0,056143	0,0000358	10,28628571	0,843875633
Jogador 5	0,063143	0,000244694	9,597571429	1,584851673
Jogador 6	0,067	0,000137714	9,181142857	0,725607837
Jogador 7	0,059143	0,000221265	7,474428571	0,788164531
Jogador 8	0,041714	0,000196776	6,738142857	0,672426694
Jogador 9	0,039857	0,00002783	7,455285714	0,154840204
Jogador 10	0,119571	0,000857388	12,87957143	2,518698245
Jogador 11	0,064714	0,000198204	10,01771429	1,691704776
Jogador 12	0,095143	0,000724122	10,71457143	1,545860531

Fonte: Produzido pelo autor

7 CONCLUSÃO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de diferentes condições de rede sobre o desempenho de um jogador em jogos MOBA, utilizando emulação para variar as condições de rede a que os jogadores estão submetidos.

Foram definidos 9 cenários com diferentes condições de rede, em dois grupos de cenários distintos. Nos 7 primeiros cenários, os jogadores realizaram partidas em times de 3 jogadores contra IA e nos cenários 8 e 9 os jogadores se enfrentaram em partidas 1 versus 1.

Os fatores de rede escolhidos para avaliar a jogabilidade dos jogadores foram taxa de transmissão, latência e perda de pacotes. Ao final desse trabalho, podemos concluir que a taxa de transmissão para o jogo DOTA 2 não exerce uma influência, pois a taxa utilizada pelo jogo é sempre inferior a 53 KBytes/s e tipicamente inferior a 25 KBytes/s. A latência demonstrou ter influência sobre o desempenho dos jogadores não variando tanto nos níveis de 50ms a 100ms, mas tendo uma influência maior quando submetida a 180ms. Os níveis de perda de pacotes utilizados foram 0,5% e 5%, não tendo o de 0,5% qualquer influência sobre o jogador e o de 5% tendo uma influência insignificante se não associado a uma latência alta. Em resumo, as condições de rede afetam sim o desempenho de um jogador de MOBA, independente do nível de experiência do jogador, e por mais que ele consiga se adaptar as condições de rede, seu desempenho é afetado.

Para trabalho futuros, pode-se adicionar um novo fator de rede, o *jitter* (variação da latência durante cada partida). Outro ponto que também pode ser explorado é utilizar diferentes configurações de hardware nas máquinas de cada jogador, variando entre máquinas robustas e máquinas com hardware mais fraco, obrigando o jogo a trabalhar em condições de configuração de vídeo mínimas e máxima e medindo como o QPS (Quadros por Segundo) influencia o desempenho do jogador.

REFERÊNCIAS

AHRENHOLZ, Jeff et al. CORE: A real-time network emulator. In: **Military**

Communications Conference, 2008. MILCOM 2008. IEEE. IEEE, 2008. p. 1-7.

ALEXANDRE, Amaro. **Análise da jogabilidade de jogadores experientes vs inexperientes de um jogo de estratégia em tempo real multiusuário quando submetido a diferentes condições de rede.** UFC – Quixadá. 2014. Disponível em:

<http://www.repositoriobib.ufc.br/00001d/00001de4.pdf>. Acessado em: 03 de dezembro de 2018.

CALLADO, Arthur de Castro et al. **Counter-Strike Traffic Analysis with Network Emulatio.** SBGames 2004. Disponível em:

http://www.incrediblescobbies.com/paulo/docs/2004_WJogos_CounterStrikeTrafficAnalysisWithNetworkEmulation.pdf. Acessado em: 03 de dezembro de 2018.

CECIN, F.; TRINTA, F. **Jogos Multiusuário Distribuídos**, SBGames, 2007. Disponível em:

<http://www.sbgames.org/papers/sbgames07/gameandculture/tutorials/tuto5.pdf> . Acessado em: 03 de dezembro de 2018.

DRACHEN, Anders et al. **Skill-based differences in spatio-temporal team behaviour in defence of the ancients 2 (dota 2).** In: Games media entertainment (GEM), 2014 IEEE.

IEEE, 2014. p. 1-8.

KUROSE, F. ; ROSS W. **Redes de computadores e a internet: Uma abordagem top-down.** 6 ed. São Paulo: Pearson. 2013.

SAPIENZA, Anna et al. Individual performance in team-based online games. **Royal Society Open Science**, v. 5, n. 6, p. 180329, 2018.

SMED, Jouni; KAUKORANTA, Timo; HAKONEN, Harri. **A review on networking and multiplayer computer games.** Turku Centre for Computer Science, 2002.

TASSI, Paul. 2012: The Year of eSports. **Revista Forbes, 2012**. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/insertcoin/2012/12/20/2012-the-year-of-esports/#6ba911807e11>. Acessado em: 03 de novembro de 2018.