



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ
TECNÓLOGO EM REDES DE COMPUTADORES

AMARO CÉSAR MOREIRA ALEXANDRE

**ANÁLISE DA JOGABILIDADE DE JOGADORES EXPERIENTES VS
INEXPERIENTES DE UM JOGO DE ESTRATÉGIA EM TEMPO REAL
MULTIUSUÁRIO QUANDO SUBMETIDO A DIFERENTES
CONDIÇÕES DE REDE**

**QUIXADÁ
2014**

AMARO CÉSAR MOREIRA ALEXANDRE

**ANÁLISE DA JOGABILIDADE DE JOGADORES EXPERIENTES VS
INEXPERIENTES DE UM JOGO DE ESTRATÉGIA EM TEMPO REAL
MULTIUSUÁRIO QUANDO SUBMETIDO A 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 Prof^a. Dra. Paulyne Matthews Jucá

**QUIXADÁ
2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca do Campus de Quixadá

A369a Alexandre, Amaro Cesar Moreira

Análise da jogabilidade de jogadores experientes versus inexperientes de estratégia em tempo real multiusuário quando submetido a diferentes condições de rede / Amaro César Moreira Alexandre. – 2015.

35 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Tecnologia em Redes de Computadores, Quixadá, 2015.

Orientação: Profa. Dra. Paulyne Mattheus Jucá

Área de concentração: Computação

1. Jogos eletrônicos 2. Jogos em grupo - Internet 3. Experiência - Jogos I. Título.

CDD 794.8

AMARO CÉSAR MOREIRA ALEXANDRE

**ANÁLISE DA JOGABILIDADE DE JODARES EXPERIENTES VS
INESPERIENTES DE UM JOGO DE ESTRATÉGIA EM TEMPO REAL
MULTIUSUÁRIO QUANDO SUBMETIDO A 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

Aprovado em: _____ / Junho / 2014.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Paulyne Matthews Jucá (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará-UFC

Prof. Dr. Arthur de Castro Callado
Universidade Federal do Ceará-UFC

Prof. Dr. Marcos Dantas Ortiz
Universidade Federal do Ceará-UFC

Aos meus avôs...

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a influência que a rede pode ter sobre a jogabilidade de um usuário sobre um jogo multiusuário, ao ser colocados em diferentes cenários onde a rede tem taxas de atraso de pacotes, perda de pacotes e largura de banda alteradas, coletando assim a pontuação dos jogadores em cada cenário e através destes dados determinar a influência da rede em seus jogadores. Para isto, foi escolhido o jogo de estratégia em tempo real “*Apocalypse of the Dead*”, utilizando como métricas, as pontuações dos jogadores, para determinar se a qualidade de experiência do jogador no final dos testes foi influenciada pela rede. Para criação de cada cenário de teste foi utilizado o emulador de rede Core para representar diferentes tecnologias de acesso à “internet”, desta forma em cada cenário poderia ser controlado os fatores de redes escolhidos, que poderiam influenciar na “qualidade de experiência” dos jogadores. Por fim, foi concluído que os jogadores, para jogos de estratégia em tempo real, sentem dificuldade em sua jogabilidade ao se alterar as taxas de rede que geram influência sobre o jogo.

Palavras chave: Jogos. Rede. Multiusuário. Qualidade de experiência.

ABSTRACT

This work objective to analyze the influence that the network can have on the gameplay of a user of a multiplayer game, when placed under different scenarios where the network has packets delay, lost packet and bandwidth, altered, thus collecting the scores of players in each scenario and through these data to determine the influence of network on players. For this, the game strategy was chosen in real time "Apocalypse of the Dead", using as a metric, the scores of the players, for determining the quality of experience of the player, the end of the tests, was influenced by the network. To create each test scenario we used the Core Network Emulator to represent different access technologies "Internet" in this way in each scenario could be controlled the chosen network factors that could influence the "quality of experience" these players. Finally, it was concluded that the players, for real-time strategy games, suffering influence on its gameplay to change network rates that generate influence on the game.

Keywords: Games. Network. Multiplayer . Quality of experience .

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1- Jogo "Apocalypse of the Dead"..... | 15 |
| Figura 2- Rede “multiplayer” no jogo “Apocalypse of the Dead” | 16 |
| Figura 3- Variação da Tecnologia DSL..... | 18 |
| Figura 4- Simulação..... | 24 |
| Figura 5- Ferramenta Core..... | 24 |
| Figura 6- Quantidade de Usuários por Cenário..... | 25 |
| Figura 7- Pontuação Jogadores Experientes e Inexperientes..... | 26 |
| Figura 8- Recursos Coletados pelos Jogadores..... | 28 |
| Figura 9- Unidades treinadas pelos Jogadores..... | 30 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 2 TRABALHOS RELACIONADOS..... | 11 |
| 2.1 Counter-Striker Traffic Analysis with Network Emulation (CALLADO, 2004)..... | 11 |
| 2.2 O Impacto do usuário, sistema e fatores de contexto em Jogos QoE: um estudo de caso envolvendo MMORPGs (SUZNJEVIC 2011)..... | 12 |
| 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 13 |
| 3.1 Jogo multiusuário..... | 13 |
| 3.2 Infraestrutura de Rede..... | 16 |
| 3.3 Tecnologias de Redes de Acesso..... | 18 |
| 3.4 Emulador de Rede..... | 18 |
| 4 PROCEDIMENTOS..... | 20 |
| 4.1 Pesquisa bibliográfica para identificar cenários normalmente usados para avaliar desempenho da rede..... | 20 |
| 4.2 Identificar jogo de código aberto disponível para teste..... | 20 |
| 4.3 Pesquisa para selecionar ferramenta de emulação de rede..... | 20 |
| 4.4 Escolha das métricas de avaliação a serem utilizadas..... | 21 |
| 4.5 Configurar cenários de teste..... | 21 |
| 4.6 Avaliar os resultados obtidos nos testes..... | 23 |
| 5 DESENVOLVIMENTO..... | 24 |
| 5.1 Pontuação..... | 26 |
| 5.2 Recursos..... | 28 |
| 5.3 Unidades..... | 30 |
| 6 DISCUSSÃO..... | 32 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 32 |
| REFERÊNCIAS..... | 35 |

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, jogos em rede detêm um público de alcance mundial, por sua capacidade de fazer pessoas interagirem, apenas tendo acesso à “*internet*”. Novos jogos utilizam-se de modo multiusuário *online* para ampliar e reter seu público. “Os jogos (multiusuário *online*) necessitam cada vez mais de recursos de rede, e enfrentam problemas como atrasos, perdas de pacotes que limitam sua eficiência que podem prejudicar seus jogadores” (CALLADO, 2004).

“Os jogos multiusuários distribuídos pertencem à categoria de aplicações de espaço compartilhado das quais também fazem parte simulações militares, ambientes virtuais distribuídos e trabalho colaborativo apoiado por computador. Porém jogos multiusuários apresentam características únicas, por exemplo, seu principal foco é a competição entre seus usuários, diferente das outras aplicações das quais seus usuários buscam trabalhar em equipe” (CECIM, 2007). Assim é importante garantir que problemas de comunicação não impossibilitem o jogador.

Jogos multiusuários em tempo real tentam fazer com que jogadores interajam entre si e com o ambiente simultaneamente. Por isso, esses jogos possuem mais problemas de interação de rede, pois todos os jogadores precisam ser informados de eventos que influenciam no jogo e, essa comunicação é limitada pela capacidade de rede do jogador. “A rede deve ser avaliada, para se determinar uma capacidade mínima de recursos, para que um servidor possa suportar uma quantidade de jogadores “logados” para não prover dificuldade ao jogador”. (CALLADO, 2004)

O objetivo deste trabalho é analisar o impacto causado pela alteração de fatores na rede imposta na comunicação entre o servidor de um jogo multiusuário de estratégia e seus clientes, assim averiguar a influência na jogabilidade do usuário, através dos dados coletados em cenários de teste obtidos pelos usuários no jogo.

Assim, este trabalho verificou como as variações na rede podem influenciar na jogabilidade dos usuários para jogos de estratégia multiusuário em tempo real. Para isso, esse trabalho projetou diferentes cenários com variações nas taxas de atraso, perda de pacotes e largura de banda para emular as diferentes configurações de rede, representando diferentes tecnologias de acesso.

Os resultados encontrados demonstram que jogadores podem sofrer com as variações ocorridas na rede. Através dos cenários estudados, foi observado que as piores

condições podem causar “lags” (*Latency at game*, latência no jogo) que influenciam no desempenho do jogador.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

2.1 Counter-Striker Traffic Analysis with Network Emulation (CALLADO, 2004)

O trabalho realiza uma análise quantitativa e qualitativa do jogo Conter-Striker que utiliza um modo de jogo *First Person Shuter* (FPS), que se caracteriza por ser em primeira pessoa (ver seção 4.1 deste trabalho). A análise qualitativa foi feita através de um questionário respondido pelos jogadores. Neste questionário, se perguntava como foi a percepção dos jogadores sobre os acontecimentos no jogo e sobre a resposta do sistema aos seus comandos. Para cada pergunta era possível atribuir uma das seguintes opções: “muito ruim” igual a 1, “ruim” igual a 2, “razoável” igual a 3, “bom” igual a 4, “muito bom” igual a 5. O resultado da análise qualitativa revelou que os testes para taxas de perdas de pacotes de 5%, realizados não influenciaram negativamente na jogabilidade dos usuários. O estudo também demonstrou que a qualidade da jogabilidade é mais afetada pelo atraso de pacotes que motivou comentários de que o jogo não estava respondendo bem aos comandos.

Análise quantitativa foi realizada através da observação de dados reunidos durante os jogos realizados. Sobre estatísticas de desempenho para cada jogador, foram utilizadas informações retiradas do jogo como quantidade de vezes o jogador morreu em uma partida, máximo de jogadores mortos por todos os jogadores, número mínimo de mortes, número de mortes do jogador, para se determinar quantas pessoas o jogador matou e quantas vezes ele morreu. Esse trabalho concluiu que pequenas perdas de pacotes não influenciavam na jogabilidade dos usuários para o jogo analisado, mas atraso de pacotes apresentaram mais influência negativa para os usuários que a perda de pacotes, diferente do que era esperado.

Este trabalho se relaciona ao citado, por realizar testes de análise quantitativos sobre a rede, utilizando a rede para criar fatores que influenciam as métricas retiradas dos jogos, se diferenciando através de novos fatores, como largura de banda. No trabalho citado, o atraso e a perda de pacotes são os dados verificados durante o jogo, neste trabalho, eles são configurados em cada cenário. Nos dois casos, as análises são feitas utilizando um jogo multiusuário de tempo real, porém este trabalho utilizará um jogo de estratégia em tempo real se diferenciando do utilizado naquele trabalho, para verificar o desempenho do usuário em um jogo neste estilo.

2.2 O Impacto do usuário, sistema e fatores de contexto em Jogos QoE: um estudo de caso envolvendo MMORPGs (SUZNJEVIC 2011)

O trabalho faz um estudo de avaliação da QoE (Qualidade da Experiência) de jogadores. Esse trabalho, utiliza *Massively Multiplayer Online Role-Playing Games*

considerando fatores de QoS (Qualidade de Serviço) oferecidas pelo jogo ao ambiente utilizado pelo usuário com as métricas de atraso, perda de pacotes, “ *jerkiness*” que é o atraso na animação do jogo em relação ao tempo real, e taxas de quadros. As habilidades dos jogadores (com experiência no jogo) e contexto (termos de ação e situação social) para assim a realizar avaliação de QoE através dos dados obtidos.

Para obter informações de QoE foram analisadas as pontuação geral de 55 jogadores no jogo *Word of Warcraft* (versão 5.3) e as qualidades percebidas pelos jogadores, como: imersão, interatividade e fluidez. Para análise de QoS foram averiguadas as métricas citadas. Por fim, foi concluído que “ *jerkiness*” e perda de pacotes influenciam na degradação de QoE do jogador, mas a latência não teve um forte impacto nesse aspecto.

Este trabalho, por ser um jogo de estilo diferenciado do utilizado no primeiro trabalho citado, e a interação entre usuários não necessita de respostas imediatas deles, latência não foi um fator que influenciou a QoE do usuário, diferente do estilo de jogo do trabalho anterior, onde a imersão do jogador e tempo de resposta são bem maiores, a latência assim influenciou mais a QoE dos jogadores.

Assim como o trabalho citado, este trabalho realizou testes para avaliação da influência da rede sobre a QoE dos jogadores . Este trabalho igualmente também utiliza cenários pré-definidos, com número de quatro jogadores fixos, onde o servidor não participava para não ter vantagem sobre os conectados à rede, emulando diferentes condições de rede através da variação de atraso de pacotes, largura de banda, perda de pacotes em cada cenário para analisar variação de desempenho do jogador. A principal diferença entre os dois trabalhos está na escolha do jogo, que o trabalho atual utiliza um jogo de estratégia multiusuário em tempo-real.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo trata dos principais conceitos relacionados a esse trabalho. A primeira seção apresenta os conceitos de jogos necessários para o entendimento do trabalho e informações do jogo utilizado. A segunda seção apresenta conceitos para o relacionamento entre infraestrutura de redes e jogos multiusuário. A terceira seção apresenta tecnologias de acesso que serão representadas nos cenários de teste. Por fim, uma descrição de emulação de rede, com a finalidade de representação das redes de acessos e construção dos cenários de teste.

3.1 Jogo multiusuário

“Jogos multiusuários podem ser divididos em dois grupos: os de pequena escala e os massivos. Os de tipo multiusuário em pequena escala, geralmente são jogados por um pequeno grupo de usuários, onde um deles atua como servidor do jogo. Os jogos de tipo multiusuário massivo (MMG) possuem um número de usuários muito elevado e proveem suporte a uma simulação que está constantemente em execução” (CECIM, 2007). Jogos multiusuários graças aos avanços de dispositivos móveis estão em constante evolução e criação desse tipo de jogo para plataforma móvel, graças à internet. Cada um destes tipos de jogos multiusuários apresenta desafios para infraestruturas de redes diversas, além da necessidade de definição de novas técnicas que auxiliam na troca de mensagens e avaliação do sistema para melhorar o desempenho do jogo.

“A forma de interação entre os múltiplos jogadores pode ser divididas em dois tipos: tempo real e jogos baseados em turno. Nos jogos de tempo real, o jogador envia comandos de forma independente à passagem do tempo da simulação. Os jogadores realizam ações sem uma ordem pré-definida. O jogo atual enviando dados continuamente e modificando concorrentemente o estado do jogo entre si e o servidor e sendo facilmente afetado por problemas na rede como atraso e perdas de pacotes por exemplo. Nos jogos baseados em turnos, onde o jogador envia comandos de acordo com o tempo da simulação. Existe uma alternância entre as jogadas realizadas pelos jogadores. Por ser um sistema que define bem o tempo de jogada para cada usuário, cada um possui um intervalo de tempo pré-definido, sendo um sistema que pode suportar problemas, que para jogos em tempo real não seriam possíveis de resolver” (CECIN, 2007).

O presente trabalho tem como foco elaborar a análise de um jogo multiusuário de tempo real, pois estes jogos geralmente impõem restrições ao atraso máximo entre o envio de

um comando pelo jogador e a efetivação do comando no jogo. A influência de percepção do atraso varia de pessoa para pessoa. Geralmente se estabelece um valor máximo para esta latência que a rede apresenta para influenciar na perspectiva do usuário e na velocidade de resposta do usuário para o jogo necessário para conservação da jogabilidade.

Os jogos podem ser classificados pelo estilo. Existem muitos estilos de jogos, mas aqui serão apresentados os dois estilos citados neste trabalho: jogos em primeira pessoa e jogos de estratégia.

Nos jogos de primeira pessoa, o jogador simula a visão do personagem controlado. Esta perspectiva dá ao jogador uma imersão maior ao jogo, exigindo reflexos rápidos e respostas quase instantâneas.

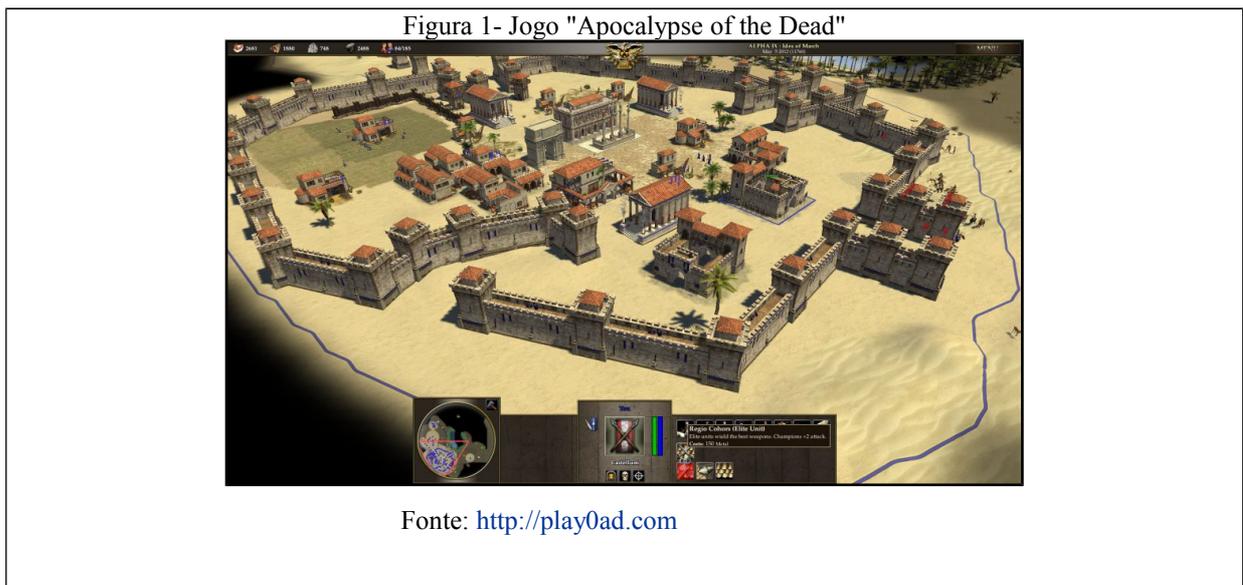
Nos jogos de estratégia em tempo-real (RTS – *Real Time Strategy*), cada jogador controla conjuntos de unidades independentes, tomando o papel de comandante de tropas ou trabalhadores que ele organiza em determinadas funções. Neste estilo de jogo, as ações do jogador não necessitam de tempo de resposta tão imediatos quanto jogos de primeira pessoa, por serem, em sua maioria, jogos com número limitado de usuários, diferente de jogos em primeira pessoa que podem variar de um número limitado para milhares de usuários simultâneos.

Este trabalho realizou testes em jogos de estratégia que não requerem respostas rápidas, como os jogos em primeira pessoa, mas podem ser influenciados por problemas decorrentes da rede, que afetarem na QoE dos jogadores, podendo influenciar nas suas tomadas de decisões do jogador e assim prejudicar o seu andamento do jogo.

3.1.1 Jogo “*Apocalypse of the Deade*”

Existem muitos jogos de estratégia em tempo real (RTS) como, *Age of Empires*, *Age of Mythology*. Para esse trabalho, foi necessário escolher um jogo de estratégia que fosse de código livre para permitir a modificação para coleta de métricas de jogabilidade e que pudesse ser instalado livremente no ambiente da universidade. O jogo escolhido foi o “*Apocalypse of the Dead*”. Sua história é fictícia e trata de campanhas de guerras entre povos que na história não possuíam conflitos ou mesmo se conheciam. Ele retrata grandes civilizações ao longo do milênio de 500 a.C. e 500 d.C., com ênfase na precisão do crescimento das nações, para com a construção dos edifícios. Tropas poderiam ter seus avanços com mesma data decorrente, mas para ser um jogo divertido foram adicionados características para jogabilidade sem exatidão histórica.

O jogo se desenvolve da seguinte maneira: o jogador deve desenvolver uma próspera cidade, levanta um poderoso exército, e lutar contra rivais pela hegemonia do mundo. Ele pode fazer isso através da coleta de recursos com seus aldeões e com soldados-aldeões. Conforme a escolha do jogador o avanço do jogo pode variar entre criar seu exército rapidamente e conquistar terras inimigas ou evoluir sua cidade para melhorar e ampliar suas defesas e fortificar seu exército de maneira mais lenta, porém mais eficaz.

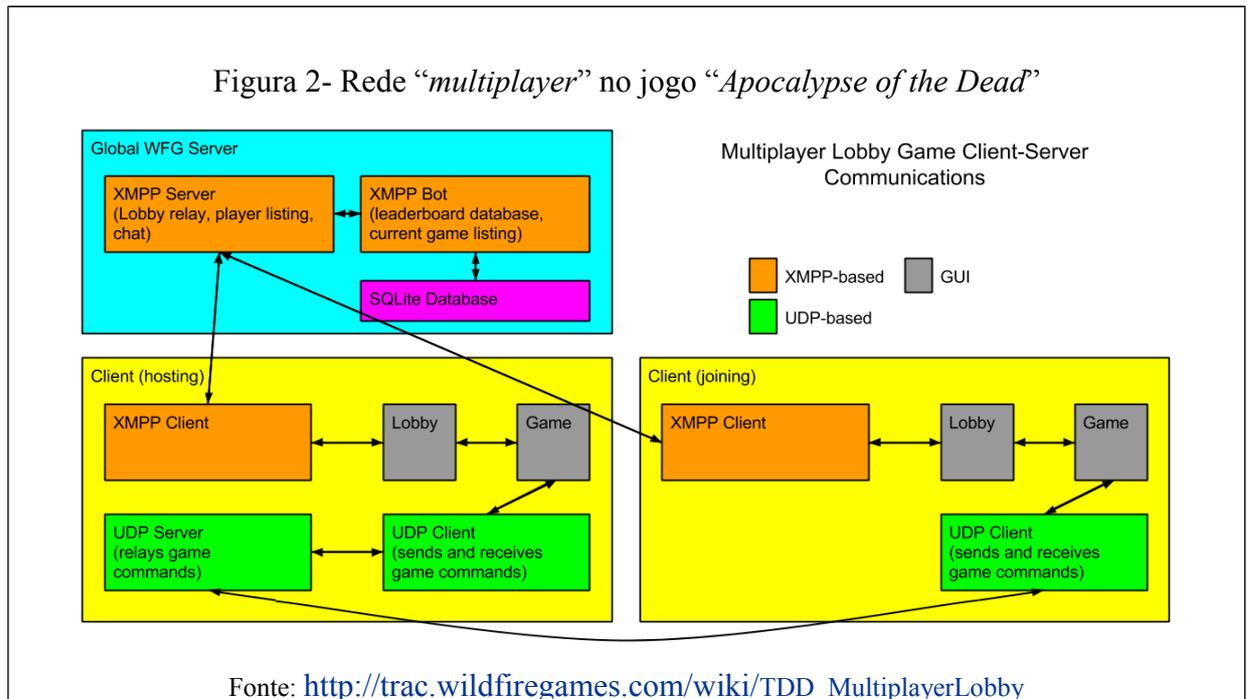


Os recursos que liberam avanços no jogo e caracterizam a economia do jogo são: Alimento, Madeira, Pedras, Metal. Os avanços militares também representam um avanço de jogo e determinam a pontuação final do jogador. Para este trabalho, a influência das condições de rede no avanço do jogador foi avaliada tomando por base a quantidade de pontos em coleta de recurso e avanços militares. Para conseguir estas informações, foi utilizada a captura de tela no final de cada partida, onde o jogo apresenta uma tabela com as informações a serem coletadas. Isso permitiu realizar uma coleta que não atrapalhasse o desempenho dos jogadores (e não afetasse negativamente o experimento) e que acontece de maneira dinâmica.

O protocolo utilizado, para troca de pacotes em modo “*multiplayer*” entre cliente e servidor é o UDP, como apresenta a figura 2, o sistema de comunicação do jogo utiliza para envio de pacotes UDP para enviar mensagens de controle dos clientes e atualizar as informações no servidor. Dessa forma o jogo tenta evitar problemas de atrasos, provocados pelo protocolo TCP para abertura de conexão, quando há troca de pacotes.

O jogo utiliza o protocolo xmpp utilizado para troca de mensagens instantâneas para trocar de informações entre cliente e servidor e avaliar cada conexão. O servidor cria um

banco de dados temporário onde salva os estados do usuário, os usuários trocam mensagens, além de ser utilizado para o chat e informações do jogador. Quando o jogo é iniciado o servidor apenas atualiza os dados nas listas de dados de cada usuário e esta atualiza as informações em cada jogador, através de configurações personalizadas no protocolo.



3.2 Infraestrutura de Rede

Segundo SMED, infraestrutura de rede consiste em toda plataforma física de suporte ao jogo. Esta plataforma apresenta limites com os quais jogos multiusuários devem conviver como latência e largura de banda.

Este trabalho utilizou além da latência e da largura de banda, outras métricas como perda de pacotes. “Latência ou atraso de pacotes caracteriza-se pela medida de tempo entre o envio da mensagem e sua recepção pelo destinatário. Este atraso é decorrente da separação física entre os participantes e o caminho tomado pela mensagem no decorrer da rede e nunca poderá ser totalmente eliminado”. (CECIN, 2007)

Ainda segundo CECIN, a largura de banda é definida como a capacidade de transmissão através de uma linha de comunicação. Esta é muito influente para conexões de jogos e possui taxas de troca de dados melhores para redes locais, mas são variáveis na internet. Além disso, a largura de banda necessária para um jogo multiusuário pode variar de acordo com o número de usuários e com as técnicas de distribuição de mensagens utilizadas no jogo. Isso foi analisado neste trabalho.

Por fim, segundo CECIN, perdas de pacotes podem existir por problemas na rede referentes ao percurso do pacote até o destino. São exemplos de problemas que causam a perda de pacotes: problemas de estouro de memórias *buffers* em roteadores, trânsito de pacotes entre links. A perda de pacotes depende muito das características da rede a ser utilizada, e esse trabalho analisou o quanto a perda de pacotes pode prejudicar o jogador.

A infraestrutura de rede necessita de uma Qualidade de Serviço (QoS) que é a capacidade de melhorar os serviços trafegados na rede sobre tecnologias de comunicação de redes de dados. O QoS tem como suas principais características dar prioridade para alguns tipos de tráfego, possibilitar a reserva de banda, controle de *jitter* (variação de atraso) e latência, como forma de garantir um bom desempenho das aplicações. (SUZNJEVIC 2013)

O objetivo da QoS para infraestrutura é fornecer o melhor serviço de rede e mais previsível com um objetivo, fornecendo largura de banda dedicada, jitter controlado e latências que não prejudiquem o serviço. QoS atinge esses objetivos, fornecendo ferramentas para gerenciar o congestionamento da rede, formação de tráfego na rede, utilizando-se de links da forma mais eficiente, e definindo políticas de tráfego em toda a rede. QoS oferece serviços de rede inteligente que, quando corretamente aplicadas, ajudam a fornecer desempenho consistente e previsível. (CISCO SYSTEMS, 2006)

Este trabalho identifica através da variação de latência, atraso de pacotes, largura de banda, em quais cenários a rede apresenta melhor QoE, para com o usuário onde o usuário poderá atingir seu melhor desempenho.

3.3 Tecnologias de Redes de Acesso

Redes de acesso são enlaces físicos que conectam um sistema final ao seu roteador de borda, que é o primeiro de um caminho entre um sistema final e qualquer outro sistema remoto (KUROSE, 2006). Como a tecnologia de acesso a rede, está ligada à tecnologia de acesso este trabalho utilizara emulação com a ferramenta Core para representar diferentes tecnologias de acesso para os cenários de teste sugeridos neste trabalho.

As tecnologias de acesso utilizadas serão a ADSL, utilizada por empresas telefônicas para prover acesso à internet. Para este trabalho iremos considerar uma conexão com taxa de 10 Mbps, atraso proveniente da rede de 50 ms, com uma taxa de perda de pacotes de 0,1%. A transmissão a rádio oferecida por empresas que possui um link de acesso a internet e dividido entre seus usuários com uma conexão com taxa de 1 Mbps, atraso proveniente da rede de 150 ms, com uma taxa de perda de pacotes de 2%. Por fim, modem discado ligado por uma linha telefônica analógica oferecida por empresas no início da

distribuição de acesso à internet até hoje pode ser utilizada uma conexão com taxa de 56kbps, atraso proveniente da rede de 320 ms, com uma taxa de perda de pacotes de 1%.

A tecnologia ADSL *Asymmetric Digital Subscriber Line* (Linha Digital Assimétrica de Assinante) é uma tecnologia de acesso de alta velocidade que utiliza a infraestrutura de par metálico (par trançado) existente nas redes de telefonia das empresas de telecomunicações. Sendo uma tecnologia proveniente da xDSL, onde o “x” refere-se a diferentes tecnologias de implementação. A ADSL diferencia-se por utilizar um modem ADSL instalado na linha telefônica residencial ligada a um modem na central telefônica capaz de trocar informações por três canais de informações: um canal de alta velocidade para *downstream* um canal duplex de média velocidade, e um terceiro canal para serviço de telefonia. A ADSL é denominada assimétrica por permitir diferentes taxas de *dowstream* e *upstream*. (CAIRES, 2003)

“Para redes ADSL a fonte de atraso vem de atrasos provenientes da própria rede como, o uso do protocolo TCP, nos roteadores por processamento, retardo de enfileiramento, transmissão, além do retardo de propagação entre roteadores” (CAIRES, 2003). Porém este atraso depende do número de usuários e no número de roteadores presente na rede variando assim para cada rede.

Figura 3- Variação da Tecnologia DSL

| | 2 ou 4 fios simétrico | Dados e POTS compartilhado | Modulação | Taxa de Bit X Distância |
|----------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|--|
| IDSL | 2 fios simétrico | Não | 2B1Q (4B3T) | 160 kbps (2B+d+cabeçalho) até 5,5 km |
| HDSL | 4 fios simétrico | Não | 2B1Q ou CAP | 1,544 Mbps até 3,6 km (784kbps por par) |
| SDSL | 2 fios simétrico | Não | 2B1Q ou CAP | 64kbps a 2,3Mbps até 5,5km |
| ADSL | 2 fios simétrico | Sim | DMT (Full Era ou G. Lite) | 1,5Mbps/64kbps até 5,5km 6Mbps / 640 kbps até 2,7km |
| ADSL2 & ADSL2+ | 2 fios simétrico | Sim | DMT (Full Era ou G. Lite) | melhora taxa e alcance comparado ao DSL atingindo até 25Mbps |
| HDSL2 | 2 fios simétrico | Não | TC PAM | 1,544 Mbps até 3,6 km |
| SHDSL | 2 fios simétrico | Não | TC PAM | Até 2,32 Mbps |
| VDSL | 2 fios simétrico | Sim | QM ou DMT | 13Mbps, 26Mbps 52Mbps download para 1,4km, 0,9km e 0,3km respectivamente e 1,5Mbps a 26Mbps upload |

Fonte: HENS, 2008.

Utilizando assim neste trabalho uma taxa de 10 mbps, que representa tecnologia ADSL2 fornecida pelos provedores de internet, com o atraso de 50 ms.

A transmissão por rádio é um meio atraente porque sua instalação não requer cabos físicos, podem atravessar paredes, dão conectividade ao usuário móvel e, potencialmente, podem transmitir um sinal a longas distâncias. As características de um canal de rádio dependem significativamente do ambiente de propagação e da distância pela qual o sinal deve ser transmitido. Podem sofrer interferência por diversos motivos como, obstáculos físicos, alcance de sinal, clima, e presença de outros canais de rádio. A transmissão de rádio acontece "...com taxas normais de transferência de dados de 1 a 2 Mbps (802.11), 11 e 54 Mbps (802.11^a, 802.11b e 802.11g) e 600 Mbps (802.11n)"(SILVA, 2008).

Empresas que possuem link de acesso a internet utilizam essas tecnologias para distribuir acesso à internet para seus clientes, por não se utilizar de grande quantidade de fiações para sua distribuição, seu sinal pode ter uma perda de pacote considerável devido aos fatores que influenciam sua distribuição, e sua taxa de velocidade disponível é dependente dos planos oferecidos pelas empresas distribuidoras. Neste trabalho a representação de um link de 1 Mbps e atraso de 150 ms foi utilizada para transmissão de rádio.

O acesso discado é o mesmo utilizado por uma linha telefônica normal. Assim, a rede de acesso é simplesmente um par de modems juntamente com uma linha telefônica ponto a ponto discada. As velocidades dos modems discados permitem acesso a taxas de até 56 kbps. O objetivo de escolher uma rede com tão baixa capacidade é avaliar se é possível haver jogos que rodem com taxas de largura de banda baixas. Será utilizada neste trabalho uma representação de 56kbps com 320 ms de atraso.

3.4 Emulador de Rede

Segundo AHRENHOLZ, a ferramenta *CORE* possui características básicas de emulação de rede, podendo adicionar suporte para emulação de redes sem fio, mobilidade scripting, IPsec, emulações distribuídas entre várias máquinas, controle externo de roteadores Linux, API remota, widgets gráficos e várias outras características.

Para emular redes em um ou mais computadores será utilizada a ferramenta Core. Ela é capaz de emular roteadores, PCs e outros hospedeiros e simular os links de rede entre eles, podendo administrar suas taxas. É capaz de criar redes que podem ser conectadas em tempo real para redes físicas ou roteadores.

Para este trabalho a emulação de rede com a ferramenta CORE será utilizada para simular as redes de acesso descritas no tópico anterior, com as taxas descritas.

4 PROCEDIMENTOS

4.1 Pesquisa bibliográfica para identificar cenários normalmente usados para avaliar desempenho da rede.

Para este trabalho foram pesquisados artigos que elaboravam avaliações de jogos multiusuários de diferentes tipos. Os cenários escolhidos possuem uma representação da rede que combine com as infraestruturas escolhidas. Os jogos observados foram citados no tópico 3.1 deste trabalho. O estilo de jogo escolhido para estudo de caso foi multiusuário em pequena escala utilizando um jogo de RTS. Com uma infraestrutura de rede Cliente-Servidor

4.2 Identificar jogo de código aberto disponível para teste.

O jogo escolhido para este trabalho necessitava ser multiusuário, de estratégia em tempo real, prover ao administrador controle sobre o servidor e instalação do cliente, gratuito e aberto para modificação. Foram pesquisados jogos com estas características, um exemplo de jogo observado foi *Mega Glest*, que não foi utilizado por apresentar *bugs* em sua última versão. O jogo escolhido possui as características necessárias, além de funcionar em plataformas diferentes como Windows e Linux.

O jogo escolhido, seguindo a descrição escolhida anteriormente é *Apocalypse of the Dead*(0 A.D.)¹ um RTS “*open-source*”, atualmente em desenvolvimento pela *Wildfire Games*, um grupo global de desenvolvedores voluntários.

O jogo é gratuito, de código aberto, com permissões de alteração de código e de utilização de seus sons e texturas seguindo as normas das licenças GPL ² e CC BY-AS³.

4.3 Pesquisa para selecionar ferramenta de emulação de rede.

Os testes são realizados em um ambiente onde seja possível controlar as métricas que são alteradas para os cenários criados. A ferramenta selecionada foi o Core emulator network por ser capaz de criar uma rede virtual entre as máquinas utilizadas, por ser de simples instalação, apresentar todos os recursos necessários para criação dos cenários de teste e possuir documentação completa e simples. Ele também permitir fazer as alterações necessárias para criar as representações de redes de acesso com as taxas que elas apresentam.

¹ <http://play0ad.com/game-info/project-overview/>. Última versão: Maio, 2014

² <http://www.gnu.org/licenses/gpl-2.0.html>

³ <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>

4.4 Escolha das métricas de avaliação a serem utilizadas.

Trabalhos que executam testes com métricas para analisar componentes da rede que influênciam no jogo como, CALLADO 2004, SUZnjevic 2013, SAVERY 2011, citam que dados como perda de pacotes, largura de banda, atraso de pacotes, são capazes de influenciar na jogabilidade de certos jogos.

O jogo é avaliado conforme a pontuação obtida pelos jogadores na coleta de recursos e avanços militares, conforme o cenário utilizado, para determinar se a rede pode influenciar na jogabilidade do usuário (medidas pelas, suas pontuações alcançadas nos diferentes cenários). As métricas para avaliação serão: Pontuação Econômica, Militar, Exploração, Comida, Madeira, Pedra, Metal, que são coletados, Infantaria, Trabalhador, Cavalaria, criadas, Casas, Econômico, Posto Avançado, Militar, construídos, Exploração.

Fatores modificados em cada cenário para análise de variação destas métricas serão: largura de banda, atraso de pacotes e perda de pacotes.

4.5 Configurar cenários de teste.

Segundo CECIN, para aplicações interativas distribuídas atrasos de pacotes não devem ultrapassar 200 ms, pois podem afetar a percepção contínua do usuário. Porém, para jogos multiusuários este número varia de acordo com o estilo de jogo. Em jogos de estratégia, atrasos de até 350 ms são aceitáveis, contanto que se mantenham estáveis. Em jogos de primeira pessoa, a latência deve ficar em torno de 100 ms.

Como este trabalho deseja utilizar a taxa de atrasos, modificação da largura de banda e perda de pacotes, para determinar a influência da rede na jogabilidade do usuário. Utilizou-se 3 cenários que alteram estas taxas para representar conexões utilizadas para pontos de acesso a internet. Como o jogo se divide em partidas, cada cenário terá 5 partidas de no máximo 20 minutos para avaliação. Caso a partida não tenha chegado ao fim, os dados obtidos durante os 20 min serão os utilizados para avaliação. O mesmo jogador deveria estar presente em todos os cenários para que não ocorressem mudanças de desempenho por nível de experiência dos jogadores, porém por dificuldades em encontrar usuários diferentes em cada teste, foram utilizados diferentes usuários por cenário.

A seguir são apresentados todos os cenários criados utilizando uma representação lógica com o emulador de rede Core. Para representar às tecnologias de acesso a rede utilizadas atualmente, com taxas que são providas por estas tecnologias.

4.5.1 Cenário 1: Representação de conexão ADSL .

O primeiro cenário representa uma condição ADSL2 com três jogadores todos com a mesma representação de acesso ADSL2 a rede:

Largura de banda: 10 Mbps;

Atraso de pacotes: 50 ms;

Perda de pacotes: 0,1%.

4.5.2 Cenário 2: Representação de conexão com rede via Rádio.

O segundo cenário representa forma de acesso à internet através de transmissão de sinal a rádio 802.11^a, oferecidas por empresas que possuem um link de acesso à internet e distribuem sua conexão através da mesma, com taxas:

Largura de banda: 1 Mbs;

Atraso de pacotes: 150 ms;

Perda de pacotes: 2%.

4.5.3 Cenário 3: Representação de acesso por conexão Discada

O terceiro cenário possui taxas para representação de uma conexão à internet através de uma rede discada, com taxas:

Largura de banda: 56 kbps;

Atraso de Pacotes: 320 ms;

Perda de pacotes: 1%.

4.5.4 Cenário 4: Junção das representações ADSL e Radio

No quarto cenário dois jogadores estão conectados a uma rede que representa a conexão ADSL com as mesmas taxas do cenário anterior e outros dois jogadores estarão conectados a um acesso à rádio com as mesmas taxas do cenário de rádio.

Por dificuldades em se conseguir o placa de rede ethernet necessária para configuração da maquina de teste para realização do cenário quatro, o mesmo não foi possível ser analisado neste trabalho.

4.5.5 Cenário 5: Inversão do Cenário 4

Para se analisar os resultados obtidos no cenário quatro o cenário cinco foi criado. Ele permite uma comparação dos resultados com o cenário anterior, pois neste cenário os dois jogadores que utilizavam a conexão à rádio irão utilizar conexão ADSL e assim os que estavam utilizando ADSL irão utilizar a representação da rede em rádio. O uso desse cenário permite isolar diferenças de desempenho oriundas das habilidades dos jogadores.

Por dificuldade em se conseguir a placa de rede ethernet necessária para configuração da maquina de teste para realização do cenário de número cinco, este também não foi possível ser analisado neste trabalho.

4.6 Avaliar os resultados obtidos nos testes.

Foi avaliada a influência das taxas determinadas nos cenários descritos, através da coleta da pontuação obtida pelo jogador na partida. Estes dados foram retirados dos jogos através de captura de tela das pontuações dos jogadores, salvando assim suas pontuações em arquivo.

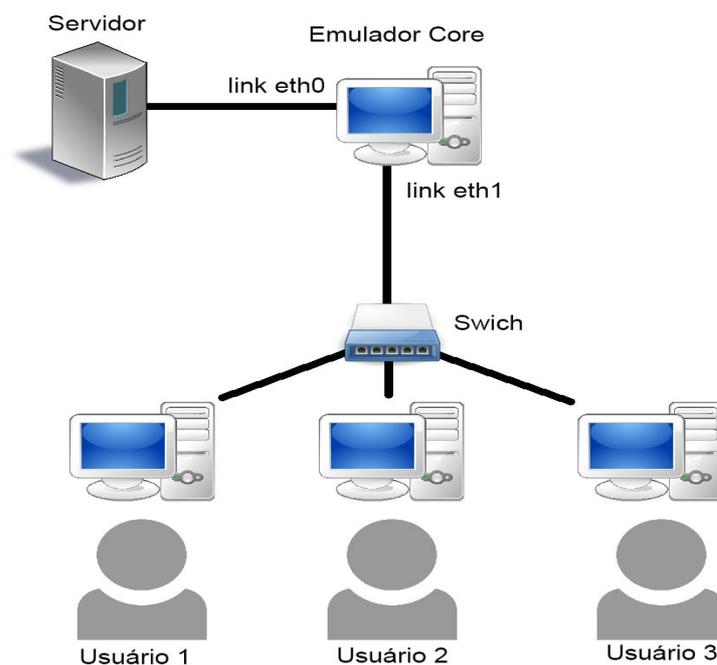
Os jogadores tiveram seus dados obtidos em cada cenário comparados para determinar se houve queda ou melhora de desempenho do jogador, podendo esta mudança ter sido causada pela mudança da rede utilizada pelo jogador.

5 DESENVOLVIMENTO

Utilizando uma máquina física com duas placas de redes ethernet, foi utilizado o emulador de rede CORE para interconectar estas interfaces físicas e assim criar uma ponte entre os dois links, onde no emulador, era possível alterar os fatores de rede escolhidos para este trabalho (atraso de pacotes, largura de banda, perda de pacotes). Dessa forma, os cenários de testes pré-definidos foram criados.

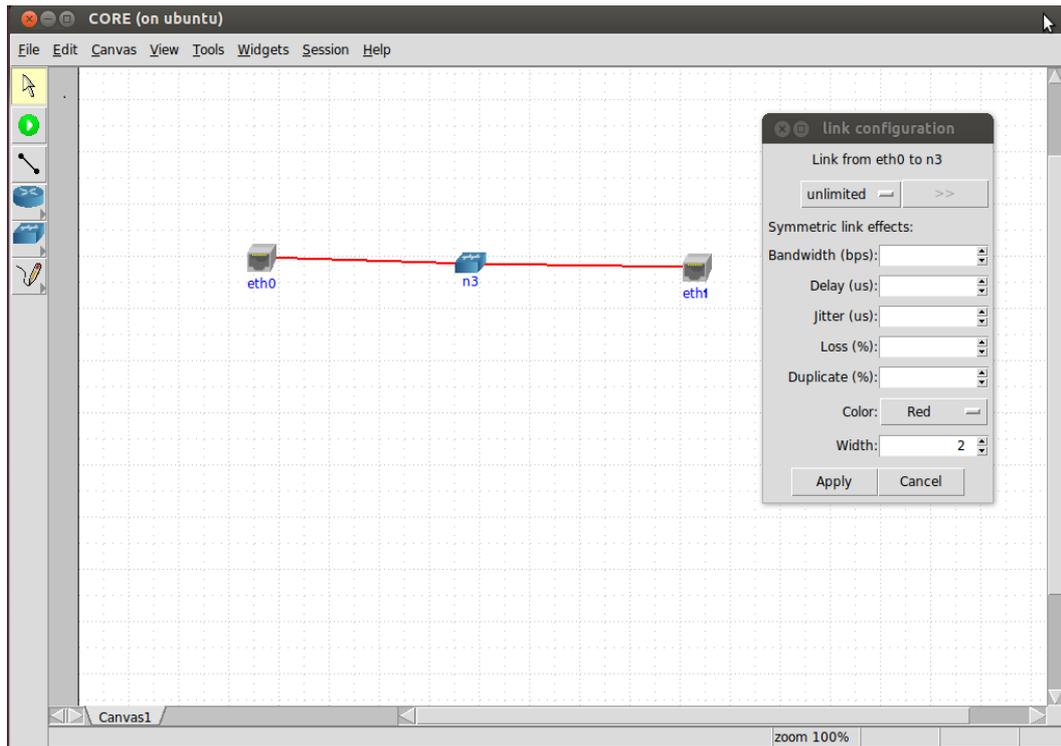
A figura 4 apresenta como a rede está configurada:

Figura 4- Simulação



Fonte: Produzido pelo Autor

Figura 5- Ferramenta Core

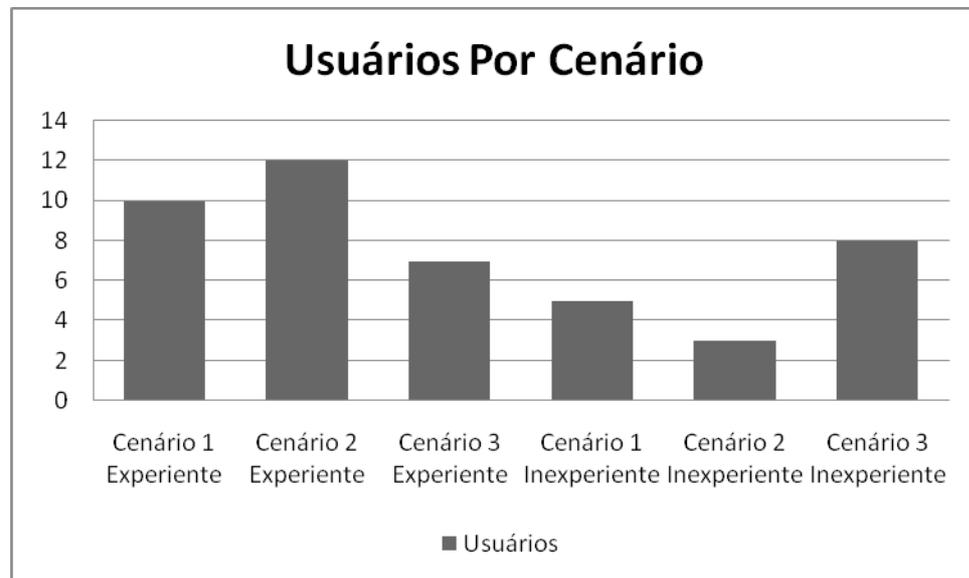


Fonte: Produzido pelo Autor

Os cenários possuem um número de três jogadores para os testes onde o quarto jogador foi o servidor (para não possuir vantagem este jogador não participou dos jogos). As métricas definidas foram analisadas para avaliar a QoE, que caracterizam o avanço do jogador.

Para avaliar cada cenário, foram utilizados usuários distintos, por falta de disponibilidade dos mesmos usuários para todos os testes. Dessa forma, para ser possível uma avaliação dos resultados, os jogadores foram divididos em 2 grupos de usuários, os Experientes e os Inexperiente. Usuários Experientes são aqueles que já possuíam conhecimento em jogos RTS, porém nunca haviam jogado o jogo escolhido, assim tendo um conhecimento de como o jogo funciona. Inexperientes são os usuários que nunca haviam jogado esse estilo de jogo. Por haver dificuldade em se conseguir usuários para os testes, para cada cenário o número usuários de cada grupo foi diferente, como mostra a figura 5.

Figura 6- Quantidade de Usuários por Cenário

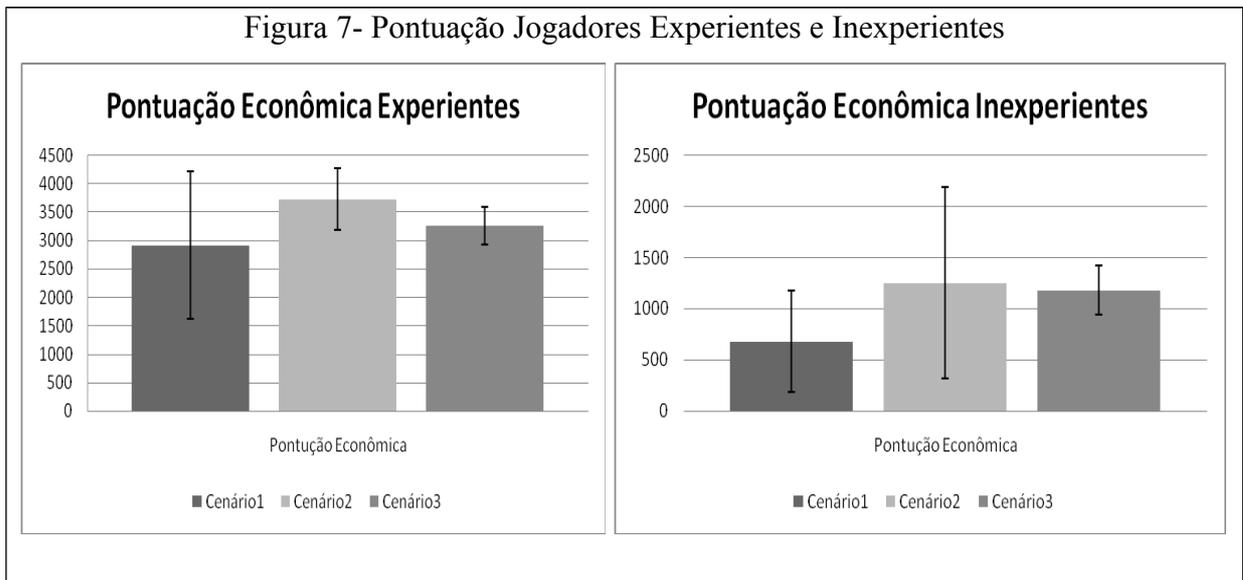


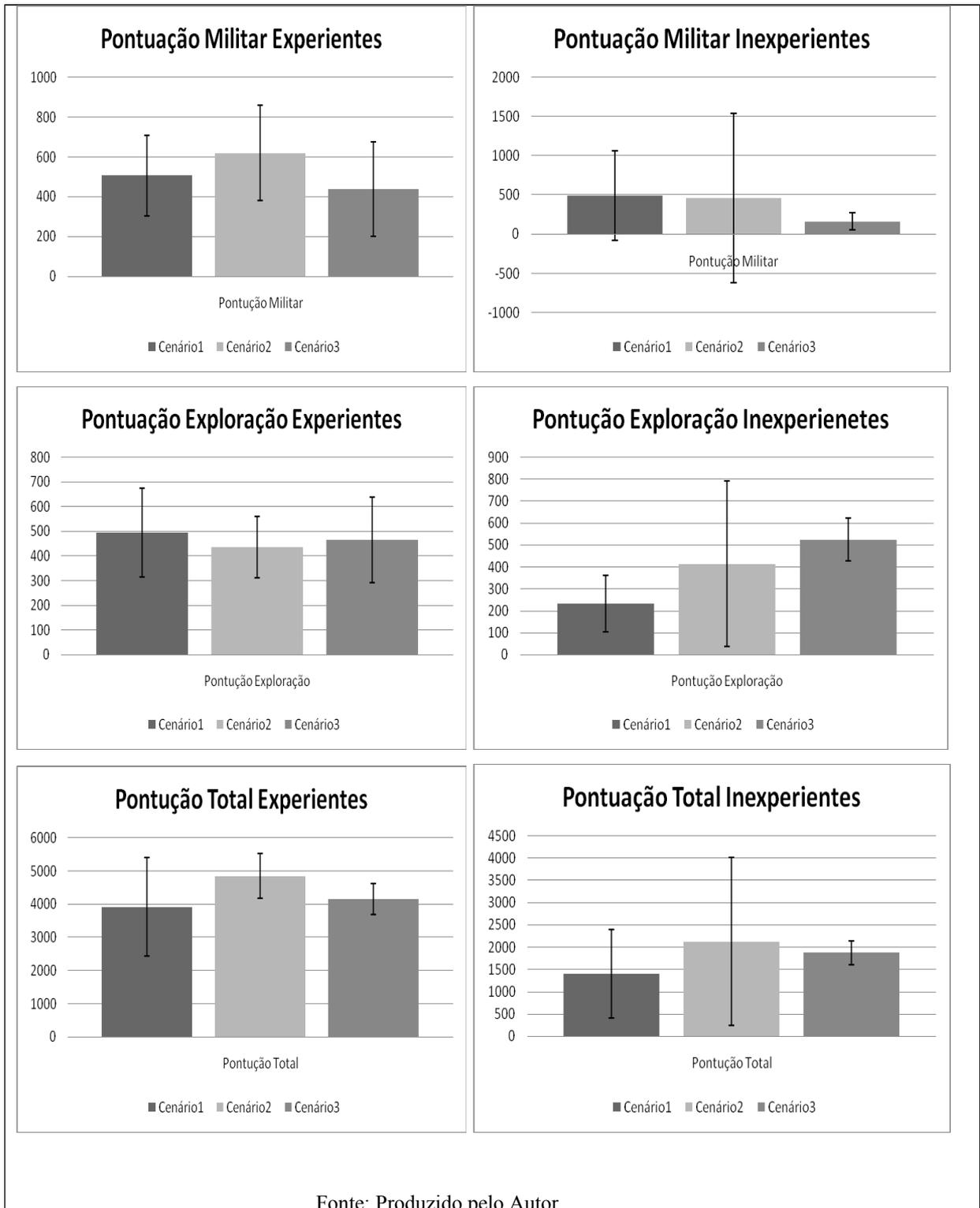
Fonte: Produzido pelo Autor

5.1 Pontuação

O jogo resume Recursos, Unidades, Exploração, em quatro pontuações definidas como, Pontuação Econômica, Pontuação Militar, Pontuação Exploração. Na Figura 6 abaixo, é apresentado o resultado desta pontuação.

Figura 7- Pontuação Jogadores Experientes e Inexperientes





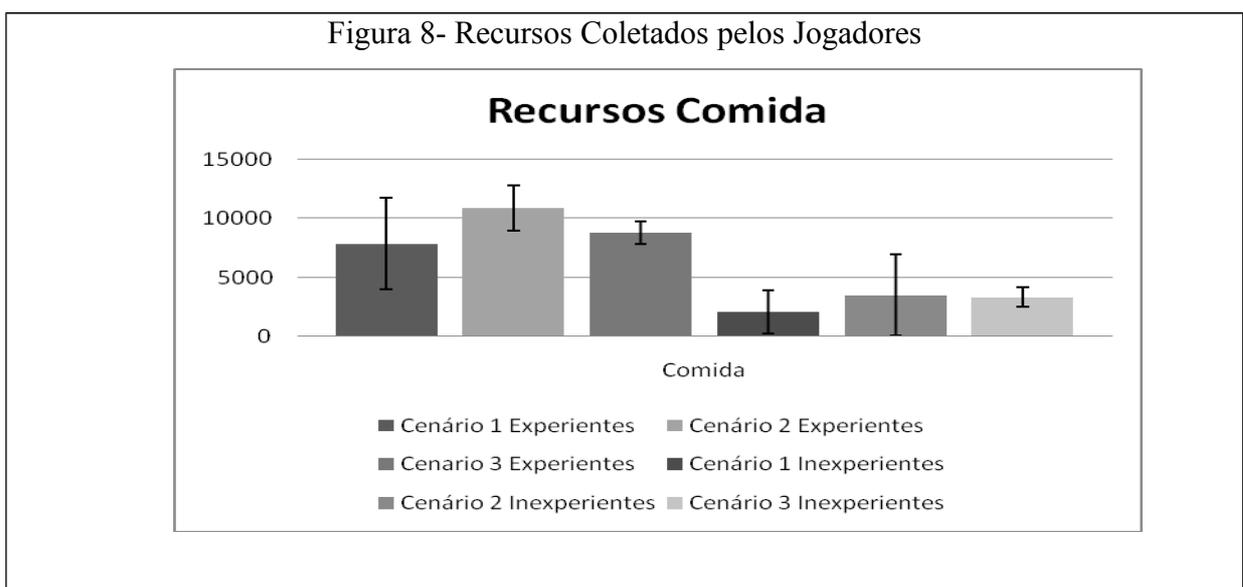
Cenário 1(ADSL), onde se esperava a melhor pontuação, por possuir as melhores condições de jogo, teve os piores resultados tanto para jogadores experientes quanto para inexperientes. Porém, vale a pena lembrar que nenhum jogador teve contato com este jogo antes, assim todos os jogadores utilizaram o cenário 1 para se adaptar ao jogo.No Cenário 2

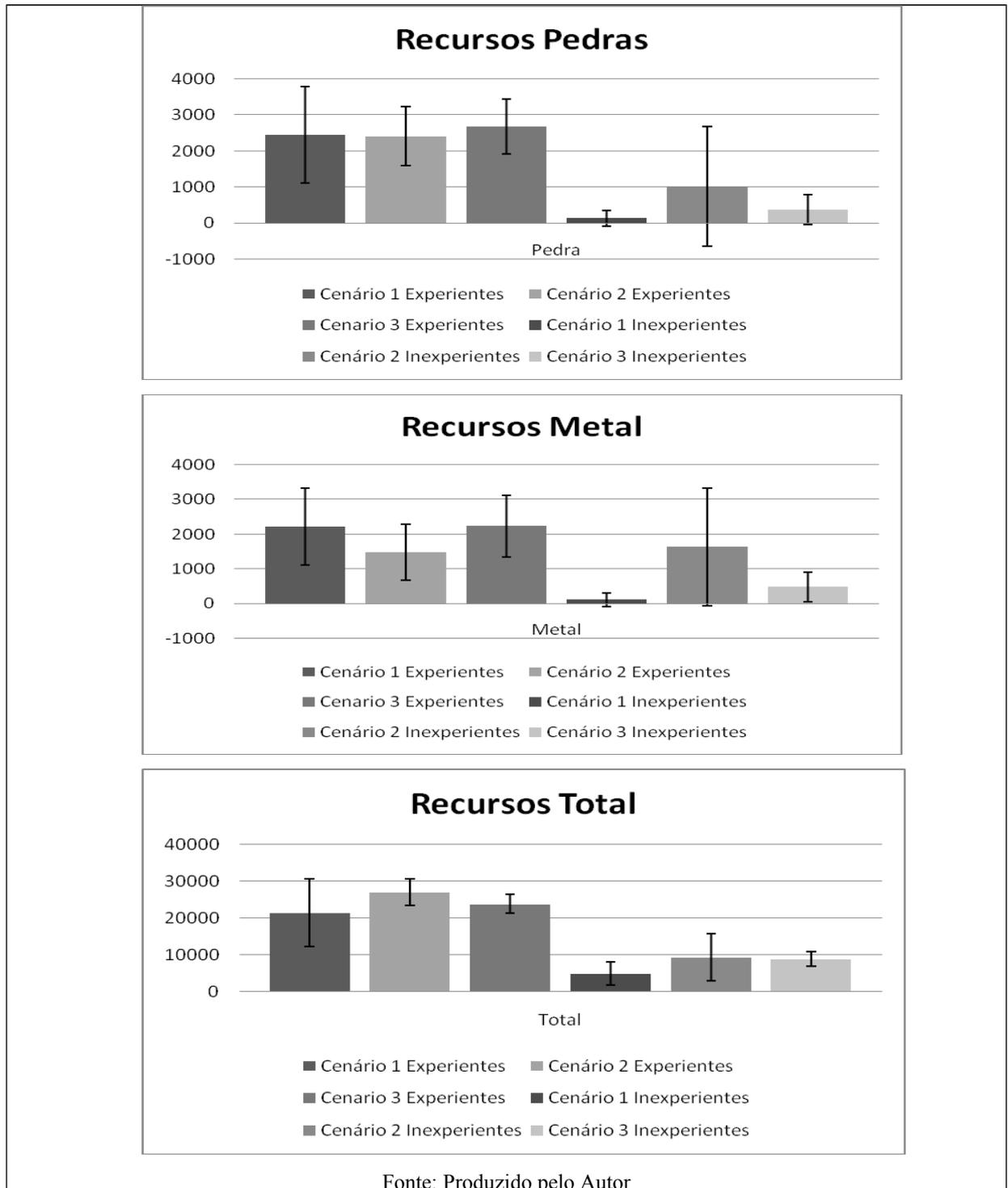
(rádio), onde a rede possui condições satisfatórias para o jogo, os jogadores apresentaram seus melhores desempenhos tanto os Experientes quanto os Inexperientes. Porém o melhor crescimento se apresenta nos jogadores inexperientes. Sua pontuação total tem um aumento significativo, se comparado ao aumento dos jogadores experientes. Já no Cenário 3, onde as piores condições de rede são estabelecidas houve uma queda na pontuação dos jogadores, levando a crer que, mesmo após o cenário 1 onde os jogadores se adaptaram ao jogo, as piores condições de rede levaram a uma queda no desempenho de ambos tipos de usuários.

Jogadores experientes apresentam maior concentração em crescimento econômico em vez de militar. Já os inexperientes apresentam um crescimento igualado no cenário 1 em todos as pontuações. Já nos outros cenários(2 e 3) apresentam um crescimento econômico mais elevado, o aprendizado dos jogadores inexperientes se apresenta mais elevado que o crescimento dos jogadores experientes, como jogadores experientes acumulam muitos pontos em todos os cenários os jogadores inexperientes apresentam um aumento na coleta de recursos maior que os jogadores experientes entre os cenários (1 e 2), mostrando que estavam aprendendo a jogabilidade do jogo, talvez poderiam chegar a ter pontuações igualadas aos experientes se o número de teste fossem maiores.

5.2 Recursos

A análise de recursos, na Figura 7, apresenta quais recursos que representam a pontuação econômica, demonstra quais recursos possuem prioridade para o avanço dos jogadores e sua variação de quantidade coletada em cada cenário.





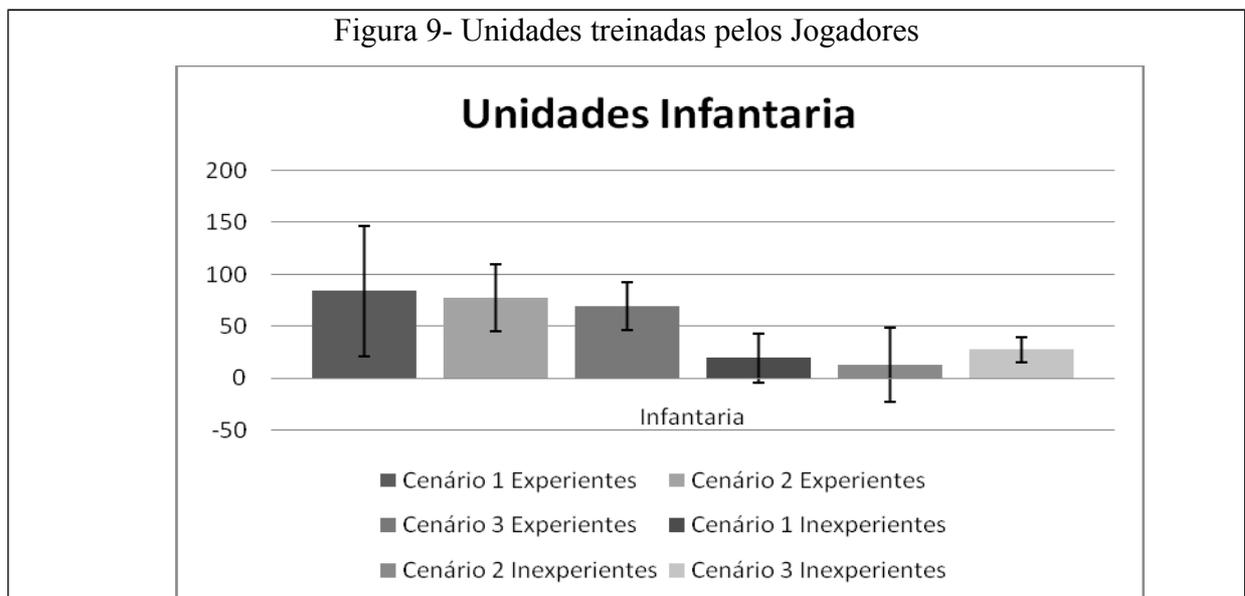
Jogadores Experientes, quando analisadas as coletas de recursos em todos os cenários, possuem quantidades elevadas em recursos que levam a um avanço rápido da economia. Pelo fato do tempo predeterminado de partida ser pequeno(20 minutos), eles focaram apenas na coleta de recursos que lhes garantem a vitória, nesse periodo de tempo. Porém jogadores inexperientes, mesmo tendo uma baixa coleta não focaram no primeiro cenário os recursos que lhes davam vitória, mas nos cenários dois e três seu foco de recursos é na comida e madeira como os jogadores experientes diferente do cenário um, assim os eles

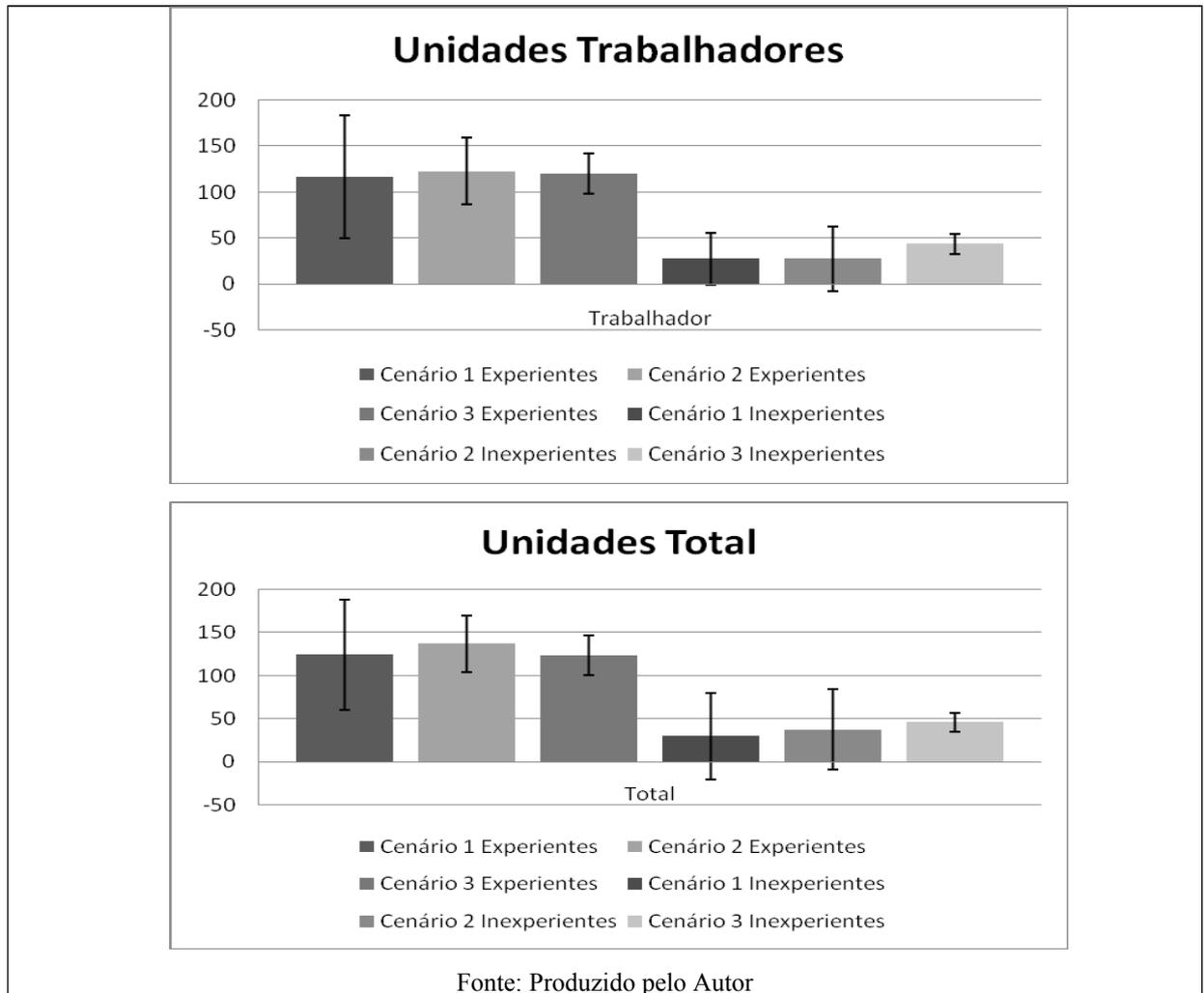
possuem mesma variação de coleta de recursos total que os jogadores experientes embora seja em escala menor. Os dados apresentam novamente uma queda na pontuação total do terceiro cenário, para ambos grupos de usuários.

Recursos como metal e pedras, que são mais utilizados em partidas com duração maior, são coletados pelos jogadores experientes apenas uma quantia que lhes garanta constução de edifícios no jogo que lhes garantam vitória militar, como quartéis e torres de vigia, que serviram para criação de guerreiros e proteção. Os jogadores inexperientes coletam estes recursos, porém não o suficiente para lhes garantir um avanço no jogo.

5.3 Unidades

Quando analisadas as Unidades, Infantaria, Trabalhador, Cavalaria, como mostram os gráficos na Figura 8, os Experientes apresentam um grande controle sobre o jogo, por possuírem maior controle sobre uma população com muito mais integrantes que os jogadores inexperientes. A variação sobre os trabalhadores é mínima, porém, sua variação na coleta de recursos é maior do que deveria ser, pois se possuir uma população igualada a coleta de recursos também deverá sofrer uma pequena variação, pois apenas trabalhadores podem coletar recursos. Porém recursos dos jogadores experientes variam do cenário 2 para o cenário 3 de forma negativa, levando a crer que o cenário com as piores condições de rede leva o jogo a apresentar “lags” que podem distrair o jogador e levá-lo a ter um resultado negativo.





As quedas de pontuação são características no cenário 3 para ambos os grupos de jogadores. Embora os jogadores inexperientes no cenário 3 tenham seu melhor desempenho entre os três cenários na quantidade de população total, seus dados em recursos ainda são menores que no cenário anterior, levando a crer que também podem ter sido prejudicados pelo “lag” apresentado pela rede, pois ele prejudicava a movimentação dos personagens no jogo tirando a atenção do jogador para os seus avanços durante o jogo.

6 DISCUSSÃO

Dificuldades ao montar os cenários (4 e 5) por falta de equipamentos para configurá-los. Estes equipamentos foram uma placa de rede ethernet e um switch para montagem dos cenários tanto físico quanto emulados. Na máquina onde rodava o emulador Core estava em funcionamento uma duas placas de rede ethernet uma para o servidor e outra configurada para representar as redes, para se configurar mais um link de rede no emulador virtual Core era necessário mais uma interface ethernet e para distribuição física o switch era necessário, para ser configurados as duas representações de redes como o proposto pelos cenários (4 e 5) por falta dos mesmo não foi possível configuração destes cenários.

Para os outros cenários a principal dificuldade enfrentada foi conseguir voluntários disponíveis para participar dos testes, pois cada cenário tinha cinco testes e cada um com duração de vinte minutos, assim totalizando cem minutos por cenário. Tendo três cenários, totalizando trezentos minutos, alocar este tempo de três usuários fixos não era possível por falta de disponibilidade de três voluntários fixos no mesmo horário todos os dias. Para ser possível concluir o trabalho foram aceitos diferentes voluntários no horário disponível para os testes.

No cenário 1, como primeiro cenário avaliado e por possuir as melhores condições de rede, se esperava que os jogadores apresentassem os melhores resultados. Porém o fato dos jogadores não possuírem nenhum contato com o jogo escolhido levou os jogadores a terem os piores resultados das avaliações. O cenário 2, onde foram utilizadas uma rede a rádio para jogar um jogo RTS, os jogadores tiveram os melhores resultados do estudo de caso. Por esse motivo se imagina que os jogadores, no cenário um foi um cenário para aprendizado do jogo, pois tanto jogadores experientes quanto jogadores inexperientes apresentaram uma curva de aprendizagem entre os cenários (1 e 2). Já no cenário 3 com os piores fatores de rede, embora tenha um resultado acima do cenário 1, os jogadores experientes tiveram queda de desempenho.

É Isso possível concluir que quando se utiliza os dados do cenário 3 há uma queda no desempenho de ambos os tipos de jogadores nesse cenário e que ela provavelmente aconteceu em razão da variação das condições de rede. Os usuários comentaram durante os testes a sensação de “lag” no jogo durante todo o cenário 3. Talvez a escolha do jogo tenha dificultado a avaliação sobre qual fator da rede teve influência no desempenho, pois o jogo possui características que variam a pontuação final do jogador de acordo com a escolha randômica dos mapas em cada partida, onde um jogador pode ter acesso a recursos e os outros não. O jogo também possui uma inteligência para os personagens do jogo, que é repetir a

última ordem do usuário, assim quanto a coleta de recursos, o jogador comanda a coleta de determinado recursos e a inteligência garante a coleta até que o recurso se esgote, assim enquanto o recurso não esgotar, o jogador não precisa se preocupar com os personagens que estão acumulando estes pontos, se o recurso for infinito estes personagens podem ser esquecidos pelo usuário.

A falta de experiência de todos os jogadores neste jogo em específico levou a um desempenho ruim no melhor cenário. Dessa forma, é possível dizer que a falta de experiência com o jogo atrapalhou a avaliação do cenário 1, pois é mais significativa que a variação da rede. Infelizmente a falta de tempo não permitiu a execução deste cenário novamente. Entretanto, a análise comparativa dos cenários (2 e 3) ainda é possível. No cenário 2, a rede apresenta uma pequena quantidade de “lag”, mas mesmo assim, o cenário teve as melhores pontuações entre os três cenários para os jogadores Experientes e Inexperientes. Já o cenário três apresentou muito “lag” e teve resultados abaixo do cenário 2 o que leva a crer que a rede influencia na atenção dos jogadores. Dessa forma, concluí se que a rede influencia na jogabilidade dos jogadores.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho era apresentar cenários onde a rede poderia influenciar na QoE dos jogadores, utilizando experimentos similares a trabalhos já estudados onde a emulação da rede oferece o controle sobre as taxas desejadas de comunicação entre usuários poderiam influenciar na jogabilidade dos usuários.

Este trabalho definiu cenários que determinam fatores que poderiam influenciar nas métricas escolhidas para avaliação da jogabilidade dos usuários. Os usuários foram divididos em grupos de Experientes e Inexperientes pelo fato de não serem os mesmos usuários para todos os testes e para permitir uma comparação entre resultados. Com os dados obtidos foi possível concluir que: os jogadores apresentaram um resultado negativo no melhor cenário de rede, porém os jogadores não tinham nenhuma experiência no jogo no primeiro cenário. Os dados obtidos nos cenários 2 e 3 levam a crer que os jogadores sofreram influência da rede pelo fato do desempenho negativo no pior cenário a ser apresentado tanto nos dados dos jogadores Experientes quanto nos dos Inexperientes.

Apresentando uma forma de avaliar a jogabilidade dos usuários para jogos multiusuários utilizando métricas do jogo para determinar se o usuário irá sofrer de acordo com as características da rede que ele utiliza para interagir com outros jogadores os cenários um, dois e três mostram como a rede atua sobre jogadores se compartilharem os mesmos problemas da rede. Para determinar a vantagem que eles obteriam se sua rede fosse melhor que a de seus adversários que seriam avaliados nos cenários quatro e cinco, porém por falta de equipamentos, não puderam ser efetuados seus testes.

Para trabalhos futuros, utilizar outros fatores de influência na rede, utilizando o mesmo jogo ou outros de estilos diferente, como um MMORPG, onde a quantidade de jogadores elevada necessita de um servidor robusto, a rede poderia influenciar ainda mais seus jogadores, assim utilizar este sistema para se determinar as taxas mínimas de rede para se ter uma jogabilidade que não prejudique o usuário, utilizando dados obtidos do próprio jogo, utilizando uma rede emulada ou real poderia auxiliar ao usuário a informar quais as condições de serviço são aceitáveis para jogo avaliado.

REFERÊNCIAS

AHRENHOLZ, J. et al. rso. **CORE: A REAL-TIME NETWORK EMULATOR**, [s.d.].

AMORIM, Roberto J. **O uso do protocolo OpenFlow em redes definidas por software** - Especialização em Configuração e Gerenciamento de Servidores e Equipamentos de Redes, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba 2012.

CAIRES, J. G. DE O. **EXPLORANDO A TECNOLOGIA ADSL : UMA FERRAMENTA DE SUPORTE AO ENSINO PRESENCIAL E A DISTÂNCIA.**, Universidade Salvador , maio 2003 [s.l: s.n.].

CALLADO, A. **Counter-Strike Traffic Analysis with Network Emulation** incrediblescobbies.com. Recife: [s.n.]. Disponível em: <http://www.incrediblescobbies.com/paulo/docs/2004_WJogos_CounterStrikeTrafficAnalysisWithNetworkEmulation.pdf>. Acesso em: 1 abr. 2014.

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

HENZ, L. **Proposta e Implementação de Arquitetura para identificação Física e Lógica de acessos banda Larga Utilizando Tecnologia ADSL** , Brasília/DF, jul.2008

KUROSE, F.J.; ROSS, W. K. **Redes de Computadores e a Internet: uma abordagem top-down**. 2006.

SAVERY, C.; GRAHAM, T. C. N. **What + when = how: The timelines approach to consistency in networked games**. 2011 10th Annual Workshop on Network and Systems Support for Games, p. 1–2, out. 2011.

SILVA, D.C.V. **Análise experimental da aplicação da Tecnologia de Rádio sobre fibra em Redes IEEE 802.15.4**, PUC Campinas, 2008

SMED, h.; HAKONEN. **A review on networking and multiplayer computers games**. Technical Report 454, Turku Center for Computer Science, 2002

SUZNJEVIC, M.; SKORIN-KAPOV, L.; MATIJASEVIC, M. **The Impact of User , System , and Context factors on Gaming QoE : a Case Study Involving MMORPGs**, NetGames, 2013.