

ADAPTADORES DE HARDWARE: AVALIAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIOS

Isaias Torres de Oliveira

MSc. André Chastel Lima (Orientador)

Dourados - MS
2021

Adaptadores de Hardware: Avaliação Custo-Benefícios

Isaias Torres de Oliveira

Este exemplar corresponde à redação final da monografia da disciplina Projeto Final de Curso devidamente corrigida e defendida por Isaias Torres de Oliveira, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Dourados, 06 de janeiro de 2021.

Prof. MSc. André Chastel Lima (Orientador)

O47a Oliveira, Isaias Torres de
Adaptadores de hardware : avaliação custo-benefício /
Isaias Torres de Oliveira. – Dourados, MS: UEMS, 2021.
46p.

Monografia (Graduação) – Ciência da Computação –
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2021.

Orientador: Prof. MSc. André Chastel Lima.

1. Avaliação custo-benefício 2. Placa de vídeo AMD
Radeon HD 6450 3. Teste adaptadores wireless I. Lima, André
Chastel II. Título

CDD 23. ed. – 004.028

ADAPTADORES DE HARDWARE: AVALIAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIOS

Isaias Torres de Oliveira

Janeiro de 2021

Banca Examinadora:

Prof. MSc. André Chastel Lima (Orientador)

Área de Computação – UEMS

Prof^{ca}. Dra. Glaucia Gabriel Sass

Área de Computação – UEMS

Prof. Dr. Rubens Barbosa Filho

Área de Computação – UEMS

Dedicatória

Aos meus avós Norberto e Carmem, pelos valores de vida, contribuindo para minha formação.

À minha família, por acreditar em mim, suas presenças refletem segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por minha existência.

Aos professores do Curso de Ciência da computação da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Dourados-MS, por contribuir com minha formação profissional.

Ao Prof. Msc. André Chastel Lima, pela amizade, paciência e dedicação, com quem aprendi muito.

Aos colegas do Curso de Ciência da computação, pela amizade.

Resumo

Adaptadores são utilizados para adicionar um recurso inexistente, para contornar imprevistos, ou até mesmo para substituir uma peça ruim propiciando uma redução de custo quando esse tem um desempenho satisfatório e um preço menor. Para testar o desempenho de um determinado hardware, software ou até mesmo um sistema computacional, pode-se utilizar um, Benchmark. A evolução dos computadores avança em tecnologia, com maior capacidade de trabalho e armazenamento de dados. Para driblar o alto custo da evolução, ou para quem, durante o trabalho de rotina, não dispõe de ferramentas apropriadas, busca-se a utilização de adaptadores. Objetivou-se avaliar um adaptador de placa de vídeo, visando demonstrar a sua eficácia, utilizando como referência jogos e softwares de modelagem 3D e estimar o desempenho dos adaptadores Wireless USB, para substituição da placa mini PCI-E Wireless nativa do notebook. Foram aplicados testes sem e com a placa de vídeo instalada. Para avaliação de desempenho, utilizou-se os softwares PassMark, Novabench, SketShup e Blender e o jogo *League of Legends*. Utilizando o software PassMark, com a placa de vídeo, houve melhor desempenho do computador. Já com o software Novabench sem e com o uso da placa de vídeo, houve semelhança no desempenho. O teste em jogos, foi realizado no jogo *League of Legends* e demonstrou ser possível realizar a execução de um software alternativo para auxílio no jogo. Com o software de modelagem 3D SketShup, não foi possível sua execução devido a versão do DirectX da placa de vídeo. Testado com o software Blender, com a placa de vídeo não foi possível a execução devido a versão do OpenGL suportada. O investimento para o adaptador USB Wireless Dual Band, foi satisfatório pois sua tecnologia permite uma alta velocidade de conexão com a internet. Entretanto o adaptador Wireless USB com frequência 2.4g, foi inviável pois a velocidade da internet do adaptador não chega próximo ao máximo fornecido pela rede. O uso de placas de vídeo pode ser vantajoso, se compatível e com a versão atualizada ou estações de trabalho simples, visando elevar o desempenho de máquinas. A utilização de adaptadores depende da compatibilidade dos sistemas.

Palavras-chave: Avaliação Custo-Benefício, Placa De Vídeo AMD Radeon HD 6450, Teste Adaptadores Wireless.

Sumário

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 17 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 18 |
| 2.1. Componentes de Hardware | 18 |
| 2.2. Adaptadores de Hardware | 19 |
| 2.3. Benchmark | 21 |
| 2.3.1. Benchmark SPECviewperf® 13 | 22 |
| 2.3.2. Benchmark PassMark | 22 |
| 2.3.3. Benchmark Novabench | 22 |
| 2.4. Desempenho de adaptadores | 23 |
| 3. JUSTIFICATIVAS | 23 |
| 4. OBJETIVOS | 24 |
| 4.1. Objetivo Geral | 24 |
| 4.1.2. Objetivos Específicos | 24 |
| 5. MATERIAL E MÉTODOS | 24 |
| 6. RESULTADOS | 34 |
| 6.1. Teste sem a placa de vídeo | 34 |
| 6.2. Teste com a placa de vídeo | 35 |
| 7. DISCUSSÃO | 42 |
| 8. CONCLUSÕES | 44 |
| 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 45 |

Lista de siglas

CD - *Compact Disc*
CG - Computação Gráfica
CPU - *Central Processing Unit*
CUDA - *Compute Unified Device Architecture*
DIMM - *Dual Inline Memory Module*
DP - *Displayport*
DVD - Disco Optico Digital
DVI - *Digital Visual Interface*
EGPU- External Graphic Processing Unit
EXP - *Express*
GB - Gigabyte
Ghz - Giga Hertz
HD - *Hard Disk*
HDD - *Hard Disk Drive*
HDMI - *High Multimedia Interface*
I/O - *Input/Output*
Lag - Atraso na comunicação
MBps - Megabytes por segundo
ms - Milisegundos
OpenCL - Open Computing Language
PC - *Personal Computer*
PCI-E - *Peripheral Component Interconnect Express*
PCMCIA - *Personal Computer Memory Card International Association*
PI - Processamento de Imagens
Ping - Tempo de resposta da conexão do seu computador com outros dispositivos na rede local ou Internet
RAM - *Random Access Memory*
SO - Sistema Operacional
SSD - *Solid State Drive*
SWs- *Softwares*
USB - *Universal Serial Bus*
VGA - *Video Graphics Array*
Wi-Fi – *Wireless Fidelity*

1. INTRODUÇÃO

É comum na área da computação o uso de adaptadores, seja para adicionar um recurso inexistente, para contornar imprevistos, ou até mesmo para redução de custo. Um Adaptador USB (*Universal Serial Bus*) Wireless (Sem Fio), como o próprio nome diz é um exemplo de um adaptador para computadores que não possuem placa de rede Wi-Fi (ALENCAR, 2016). Para exemplificar e ter uma ideia de economia, um adaptador USB custa em torno de 35,00 à 80,00 reais e, uma placa de rede em torno de 120,00 à 500,00 reais.

Tendo em vista que se pode economizar com o uso de adaptadores, pergunta-se, mas e com relação ao seu desempenho? Tem-se o mesmo resultado esperado? Para isso deve-se analisar alguns fatores. No caso do adaptador USB Wireless, a conexão será feita pela porta USB. Se esta não garantir o mesmo desempenho ou se a porta USB garantir uma boa eficiência, mas o adaptador deixar à desejar, pode-se ter um problema.

Outro exemplo que se pode ter é de um adaptador para substituir o drive de CD/DVD e utilizar outro HD, nesse caso a conexão é a mesma tanto é que alguns notebooks já vem com um espaço, e o usuário decide o que usar, um HD secundário ou um leitor de CD/DVD, neste caso não está se tentando usar um adaptador para economizar mas no caso para aumentar a capacidade de armazenamento, ou até mesmo para aumentar o desempenho do notebook, tendo em vista que é possível usar um adaptador para adicionar um SSD no espaço do drive de CD/DVD.

Um adaptador bastante utilizado é o hub USB, este permite aumentar a disponibilidade de portas USB do computador ou do notebook. Neste caso além das portas USB que já estão presentes no computador pode-se fazer uso de outras, como por exemplo, para utilizar o adaptador USB Wireless citado anteriormente, junto com um mouse, teclado, caixa de som, pen drive e um HD externo, além de muitos outros se necessário.

Com isso pode-se concluir que, adaptadores podem ser utilizados de diversas formas de acordo com a necessidade de cada um. Então por que não utilizar mais os adaptadores?

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Componentes de Hardware

A arquitetura básica de qualquer computador completo, é formada por apenas cinco componentes básicos: o processador, memória RAM, disco rígido, dispositivos de entrada e saída e softwares (FERNANDEZ; CORTÉS, 2015).

O responsável por processar todas as informações do sistema é o processador. Porém apesar de toda sua sofisticação, o processador não consegue fazer tudo, sendo necessário mais componentes de apoio, a memória, unidades de disco, dispositivos de entrada e saída além dos programas a serem executados (FERNANDEZ; CORTÉS, 2015).

A memória RAM, ou memória principal, é usada para armazenar dados que estão sendo processados pelo processador. Dependendo da quantidade de memória RAM disponível, esta determina quais atividades o processador poderá executar, por esse motivo caso a quantidade de memória disponível seja insuficiente o computador não será capaz de executar aplicações complexas (STALLINGS, 2002).

Com a memória RAM as solicitações do processador podem ser respondidas em uma velocidade alta, porém a memória é volátil e possui um custo alto, sendo assim perde-se todos os dados gravados quando se desliga o computador (STALLINGS, 2002).

Visto que se possui uma memória volátil, há necessidade de uma memória para guardar arquivos e programas, esta seria a memória de massa. A memória de massa possui o disco rígido, como dispositivo de memória principal, onde ficam armazenados os programas e dados quando eles não estiverem em uso ou quando o computador é desligado. Podem ser considerados como dispositivos de memória principal o HDD do inglês *Hard Disk Drive*, conhecido como Disco Rígido e o SSD do inglês *Solid State Drive*, Disco de Estado Sólido (STALLINGS, 2002; FERNANDEZ, 2015).

Os sistemas operacionais permitem ao processador utilizar o disco rígido, para gravar dados caso a memória RAM se esgote, este recurso é chamado de memória virtual. Com o recurso memória virtual é possível que os programas sejam executados mesmo que a memória RAM esteja completamente ocupada (STALLINGS, 2002; FERNANDEZ, 2015).

Para garantir a comunicação entre o processador e o resto dos componentes do micro e o usuário, temos os dispositivos I/O, dispositivos de entrada e saída. A primeira

parte dos dispositivos é responsável por realizar a comunicação entre o usuário e o computador, que podem ser teclado mouse, microfone, dentre outros (TANENBAUM; AUSTIN, 2013).

A segunda categoria é destinada a permitir a comunicação entre o processador e os demais componentes internos do micro, como a memória RAM e o disco rígido. Os dispositivos que fazem parte desta categoria estão dispostos basicamente na placa-mãe, e incluem controladores de discos, controladores de memória etc. Completando assim todas as funções do computador (TANENBAUM; AUSTIN, 2013).

A estrutura física de um computador pessoal e estações de trabalho é constituída da seguinte maneira: um gabinete de metal que possui uma placa-mãe que é uma grande placa com circuito impresso. A placa-mãe contém o chip da unidade central de processamento (*Central Processing Unit* - CPU). A CPU pode ser considerada o cérebro do computador, sua função é executar programas armazenados na memória. A placa-mãe contém alguns encaixes DIMM (*Dual Inline Memory Module*) e vários chips de suporte, além de um barramento ao longo do comprimento e socketes nos quais os conectores de borda das placas de Entrada e Saída (I/O) podem ser inseridos. Ao realizar a adaptação do barramento Mini PCI-E para o barramento PCI-E, dispõe-se de uma conexão PCI-E, a qual é usada para adicionar dispositivos de I/O na grande parte dos computadores. Com adaptador EXP GDC 8.4 é possível adaptar o barramento Mini PCI-E para o barramento PCI-E, este barramento permite conectar um controlador de vídeo (Placa de Vídeo) ao qual pode-se ligar um dispositivo de I/O (Monitor ou televisão que serve como monitor) (TANENBAUM; AUSTIN, 2013).

Todas as placas são instaladas na própria placa-mãe, em um micro portátil, ou seja, são todas *on-board*. Em alguns casos, pode-se comprar placas especiais de expansão que encaixam na interface PCMCIA (CARD BUS) – ou pequenos adaptadores (CARVALHO, 2013).

2.2. Adaptadores de Hardware

Dentre os adaptadores, destacam-se os de vídeo, VGA/DP/HDMI/DVI/USB-B/USB-C, adaptadores para conexão entre dispositivos que podem alterar o tipo de

conexão, por exemplo um USB Wireless, ou adaptadores que aumentam as conexões como o Hub USB que pode ter mais disponibilidade de uso (TANENBAUM; AUSTIN, 2013).

Adaptadores como por exemplo, o Wireless USB, constituem-se em componentes importantes para usuários que não disponham de placa de rede wireless. Estes permitem que a máquina, seja ela *desktop* ou notebook, ganhe conectividade Wi-Fi nos mais diversos padrões, como o B, G, N e AC. Estes adaptadores são encontrados no mercado nas versões: USB ou PCI-E (ALENCAR, 2016).

O adaptador Wireless USB se conecta ao computador através da porta USB. Neste contexto, a maior vantagem desta opção frente ao adaptador PCI-E é a praticidade. Destaca-se ainda que, por serem ligados nesta porta, a sua comunicação com os outros componentes, como o processador, é um pouco mais lenta. Seu uso é indicado para quem deseja mais praticidade e pretende usar o equipamento em outros computadores. Devido à sua portabilidade e facilidade de instalação, ele é uma ótima ferramenta para técnicos em informática ou qualquer outro usuário que precise usar a internet em vários computadores sem placa de rede wireless (ALENCAR, 2016).

Por outro lado, o Adaptador Wireless PCI-E, se conecta ao PC através do barramento PCI-E, disponível diretamente na placa-mãe. Assim, sua instalação é um pouco mais trabalhosa, se comparada com o Adaptador Wireless USB. O usuário precisa abrir o gabinete e identificar um slot PCI-E. Outra desvantagem, é que ele só é compatível com PCs desktops. Com isso, se o notebook estiver com defeito na placa de rede wireless, a única saída é comprar um Adaptador Wireless USB. A vantagem deste, é que a comunicação com os demais componentes internos de um PC se dá de maneira muito mais rápida. O barramento PCI-E é mais rápido que o USB. É ideal para usuários que almejam que seus computadores desktops também se conectem em redes Wi-Fi e não apenas por cabo. Destaca-se que, só usará este adaptador em um único computador (ALENCAR, 2016).

Quanto ao uso de um adaptador para placa de vídeo externa, ou seja, a Computação Gráfica e os hardwares, o estudo do desenvolvimento de técnicas e algoritmos para a geração (síntese) de imagens através do computador é designada Computação Gráfica (CG). As áreas que têm uma relação com a CG, são: Processamento de Imagens (PI), este visa técnicas para realizar a manipulação de imagens, como ajustes de cor, brilho, contraste ou aplicação de filtros, dentre outras e; Visão Computacional que trabalha com a análise de imagens, visando obter a especificação dos seus componentes para identificação dos

modelos geométricos que a compõem. Com a Placa gráfica (Placa de vídeo) é possível aplicar a computação gráfica, executar os softwares de modelagem como o Blender e Sketchup que podem ser usados na área da medicina, que trabalha com modernas técnicas de visualização para auxiliar o diagnóstico por imagens (MANSSOUR; COHEN, 2006).

Exemplificando a utilização de aplicação da computação gráfica, apresentamos um artigo científico que demonstra o tratamento de câncer com o auxílio do SOFT-RT que é a aplicação da computação gráfica. O software SOFT-RT, é uma ferramenta de simulação do protocolo para Radioterapia de Intensidade Modulada (IMRT), uma técnica avançada para tratamento do câncer, amplamente utilizada em oncologia em todo o mundo. As características do sistema foram demonstradas por imagens e a representação dose-resposta pelo módulo de saída SOFT-RT confirmou que todos os feixes se cruzaram no centro do tecido tumoral, melhorando a dose tumoral (FONSECA; CAMPOS, 2009).

A demanda por soluções com capacidade de processamento elevado e de baixo custo é crescente. Dentre as opções a serem consideradas destacam-se a técnica GPGPU através das placas de vídeo compatíveis com tecnologias como CUDA e OpenCL. Sua utilização é simples e “portável”, pode ser adaptada a pequenas estações de trabalho tendo máquinas com desempenho bem elevado (SOUZA et al., 2010).

2.3. Benchmark

Benchmark é definido como um conjunto de programas (ou micro-programas) utilizados para testar o desempenho de um determinado software, hardware ou sistema computacional, onde o mesmo programa é submetido a diferentes sistemas computacionais para medir seu desempenho, e seus resultados são comparados entre si. Programas de ordenação e atualização de arquivos são exemplos típicos de benchmark. Os resultados de benchmarks padrão, portanto, apenas refletem o desempenho do sistema naquele conjunto de aplicações (COUTO, 1999; LIMA; MOREIRA, 2014).

Os Benchmarks são constituídos de programas que possuem modelos representativos de carga de trabalho, podendo ser construídos de duas maneiras, com carga de trabalho real e carga de trabalho sintética. A carga de trabalho real é o ambiente real em que o computador irá trabalhar, e a sintética é o ambiente simulado, ou seja, tenta simular o ambiente real (MORIMOTO, 2007; LIMA; MOREIRA, 2014).

A utilização dos benchmarks está condicionada a escolha do melhor software, ou seja, aquele que solucione nossas perguntas. Vale ressaltar que, não se deve adequar ao software para obter resultados específicos (ZHANG, 2001; LIMA; MOREIRA, 2014).

Alguns Benchmarks conhecidos: SPECviewperf® 13, PassMark e Novabench.

2.3.1. Benchmark SPECviewperf® 13

O benchmark SPECviewperf® 13, mede o desempenho gráfico 3D de sistemas em execução nas interfaces de programação de aplicativos OpenGL e DirectX. É possível consultar quais e como, são executados os testes através do site (SOFTWARE DE BENCHMARK SPECVIEWPERF® 13 BENCHMARK, 2021). O programa é voltado para medir o desempenho gráfico.

2.3.2. Benchmark PassMark

PassMark, oferece um conjunto de softwares para realizar benchmarks, assim é possível realizar comparação do desempenho com outros computadores que utilizam o software. O software executa programas que avaliam o desempenho geral do computador, para isso todos os componentes são submetidos a testes para avaliar seu potencial. Para testes de avaliação da placa de vídeo realiza-se: testes de execução de simples vetores, vetores complexos, fontes e texto, interface de janelas, filtro de imagens, renderização de imagens além da direct2D, DirectX 9, DirectX 10, DirectX 11 e DirectX 12. Assim de acordo com seu desempenho recebe uma pontuação que pode ser comparada com a pontuação de outros que foram submetidos aos mesmos testes. Pode-se avaliar o desempenho específico de um componente ou de modo geral. Obtém-se mais detalhes de execução no site (SOFTWARE DE BENCHMARK PASSMARK, 2021).

2.3.3. Benchmark Novabench

Novabench é um benchmark gratuito que testa o desempenho do seu computador, também é possível realizar comparações entre computadores através de pontos que são atribuídos. É possível consultar o site oficial e obter os modos de execução do software (SOFTWARE DE BENCHMARK NOBABENCH, 2021).

2.4. Desempenho de adaptadores

Para se medir o desempenho dos adaptadores de hardware é possível utilizar *Softwares* (SWs) que testam o desempenho do computador, para isso existe um vasto número de SWs que nos permite mensurar o desempenho de acordo com o que se deseja testar.

O CPU-Z é um exemplo de um software que permite analisar o hardware, onde pode disponibilizar o tipo e a marca do seu processador, memória e placa mãe, entretanto, se o objetivo é aprofundar o conhecimento do hardware e medir seu desempenho é necessário utilizar outros softwares para cada tipo de hardware desejado, ou seja, para discos rígidos, para placas de rede ou hubs USB.

Tendo em vista a disponibilidade de softwares para testar o desempenho de hardwares, pode-se fazer uso destes para realizar uma comparação com máquinas, com seus respectivos hardwares nativos. Em outra situação testa-se com o uso de adaptadores, sendo estes para melhorar o desempenho ou para adicionar uma funcionalidade inexistente em um computador, seja para contornar uma falta temporária ou definitiva.

3. JUSTIFICATIVAS

A evolução dos computadores, avançam cada vez mais em tecnologia, sendo repletos de recursos e, estes proporcionam elementos com capacidade de trabalho e armazenamento de dados cada vez mais sofisticado/eficazes. Entretanto para a aquisição destes produtos, há necessidade de maior dispêndio de recursos financeiros e, estes nem sempre estão disponíveis para o investimento de quem adquirirá. Neste contexto, considerando que o poder aquisitivo de quem precisa é baixo, é possível fazer uso dos adaptadores e com isso reduzir os custos.

Além disso, durante o trabalho de rotina, nem sempre se dispõe de ferramentas apropriadas para a execução do trabalho e, neste contexto, busca-se a utilização de adaptadores

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo Geral

Avaliar o desempenho e custo-benefício de adaptadores de placa de vídeo e Wireless USB.

4.1.2. Objetivos Específicos

Avaliar o adaptador de placa de vídeo EXP GDC Beast v8.4d visando demonstrar a sua eficácia e custo-benefício utilizando como referência jogos e softwares de modelagem 3D.

Estimar o desempenho dos adaptadores Wireless USB, assim como o custo, para substituição da placa mini PCI-E Wireless nativa do notebook, ou para remover o uso de cabos de rede.

5. MATERIAL E MÉTODOS

Após buscas via internet, constatou-se que a maioria dos usuários buscam adaptadores que visam aumentar a capacidade/potencial da placa de vídeo. Foi feita uma revisão bibliográfica, utilizando a palavra-chave EGPU e constatou-se que o adaptador EXP GDC 8.4, melhora o desempenho da memória de vídeo com menor custo (*e.g.* GPU Externa Vale a Pena, 2019; LIRA, 2019; PHILLIPS, 2019).

Para estimar os benefícios com o uso do adaptador, EXP GDC v8.4, testou-se o uso de softwares de modelagem 3D os quais necessitam de uma placa de vídeo como requisitos mínimos para o funcionamento dele. Assim como também em jogos que por sua vez exigem a placa de vídeo para serem executados.

Dentre os adaptadores de hardware pesquisados, encontrou-se um adaptador para placa de vídeo externa, o qual é instalado no lugar da placa de rede Wi-Fi do notebook. Ainda com relação a este adaptador foi encontrado um site relacionado com o uso de placas de vídeo externas: <https://egpu.io/>. Este site possui informações de construções das adaptações com detalhes, tendo em vista que há diversas possibilidades para uso de uma

placa de vídeo. Realizou-se a compra de um adaptador, e executou-se os testes dos benefícios do seu uso. No notebook realizou-se a adaptação e adicionou-se recursos que antes não seria possível sem o uso de um adaptador.

Os Equipamentos utilizados foram:

- EXP GDC 8.4
- Veneida AMD Radeon HD 6450 2gb Ddr3
- Fonte BPC-230 + Cabo de força
- Aparelho de Televisão TCL Android 43” Resolução 1080p 60fps Modelo Union TV

Para testar a placa de vídeo foi utilizado um monitor com conexão VGA e em seguida uma Televisão TCL Android 43” com Resolução de 1080p 60fps (Figura 1). Foram realizadas tentativas de execução do software sem o monitor externo, desativando a placa de vídeo integrada, porém sem êxito. Foi observado que para o uso do software da placa de vídeo, é necessário a conexão de um monitor externo por ser uma placa de vídeo AMD. Tendo em vista que a fonte utilizada, não tem proteção para baixa tensão, para o teste foi necessário o uso de um estabilizador. Constatou-se que o estabilizador, na realidade não estava ajudando, pois, a energia da placa estava caindo. Realizou-se então, a conexão diretamente na tomada de energia.

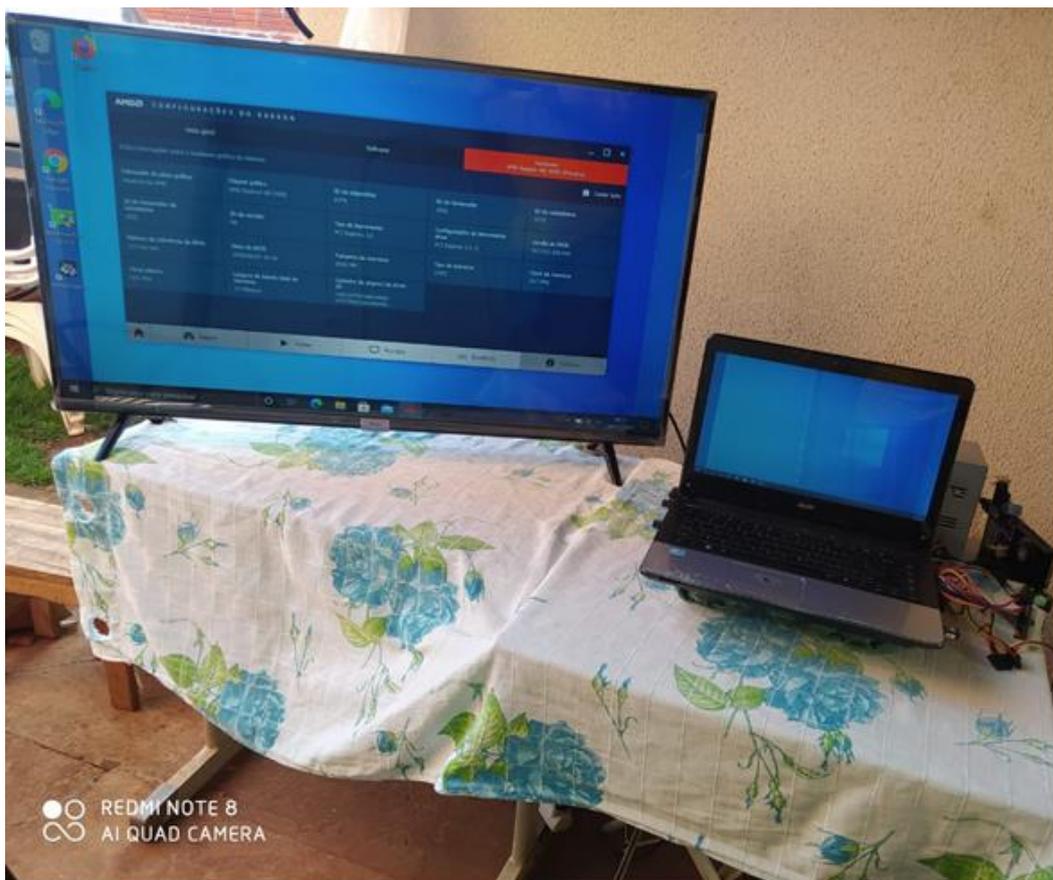


Figura 1. Adaptação da placa de vídeo em Televisão TCL Android 43” com Resolução de 1080p 60fps.

A conexão foi realizada através porta Mini PCI-E (Figura 2) com o adaptador para HDMI, o qual é conectado no EXP GDC 8.4. Não foi necessário a instalação de software para o reconhecimento do adaptador.



Figura 2. Conexão do adaptador no barramento mini PCI-E.

Os testes foram realizados como descrito abaixo:

Foi utilizado o Notebook Acer modelo Aspire E1 471-6613, processador Intel(R) Core (TM) i3-2328M CPU @ 2.20GHz com memória RAM de 8GB em todos os testes.

Para todos os testes foram desativados os softwares em segundo plano e os outros softwares foram finalizados, além da desativação dos softwares não essenciais iniciados com o Windows para uma melhor e real avaliação (Figuras 3 e 4).

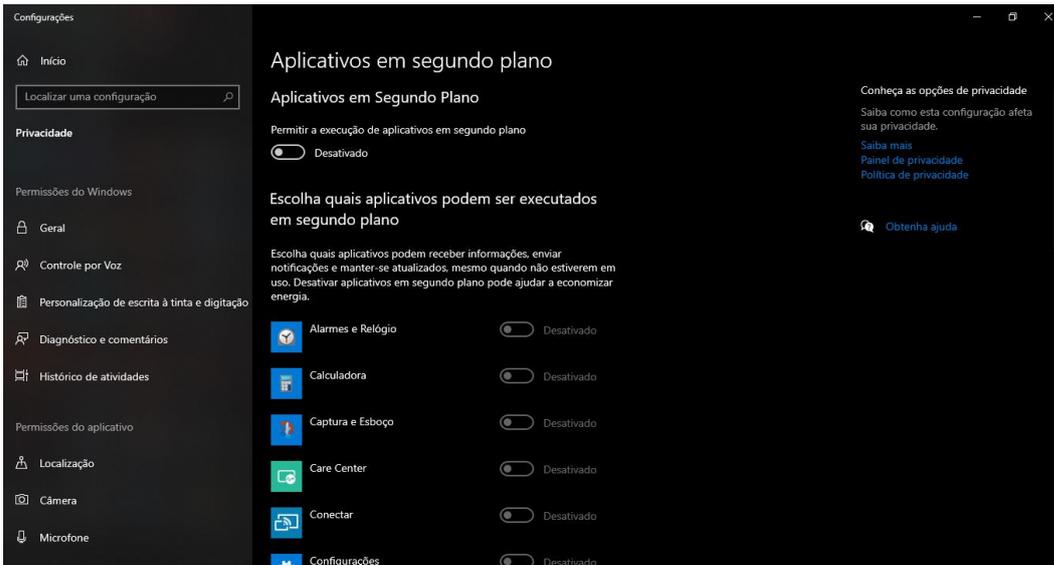


Figura 3. Desativação de programas em segundo plano.

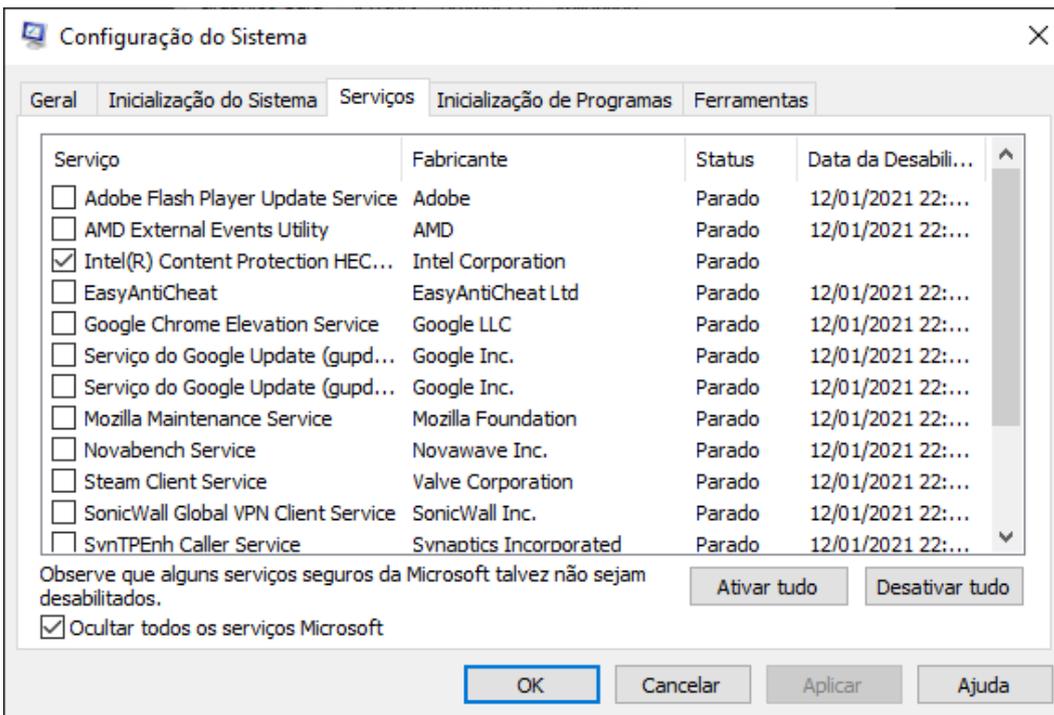


Figura 4. Desabilitação de programas não essenciais.

Modos de teste EGPU:

A: utilizado os softwares de Benchmark Passmark e Novabench

1 - Teste de desempenho com o adaptador.

Para realizar o teste de desempenho os softwares de benchmark Passmark e Novabench realizam o estresse da placa de vídeo. Há um conjunto de tarefas pré definidas a serem executadas, sendo necessário executar os comandos. É atribuída uma pontuação que quanto mais alta, melhor o desempenho.

2 - Teste de desempenho sem o adaptador.

Para realizar o teste de desempenho, os softwares de benchmark Passmark e Novabench realizam o estresse da placa de vídeo. Há um conjunto pré definidos de tarefas a serem executadas, sendo necessário executar os comandos. É atribuída uma pontuação que quanto mais alta, melhor o desempenho., entretanto, sem o adaptador.

B: Utilizado o jogo *League of Legends*, acompanhado do software alternativo de auxílio (Blitz).

1 - Teste de desempenho em jogos sem adaptador.

Foi avaliado o desempenho na execução dos softwares citados anteriormente, ao decorrer do jogo o desempenho foi avaliado visualmente, sendo perceptível uma lentidão na execução.

2 - Teste de jogos com o adaptador.

Foi avaliado o desempenho na execução dos softwares citados anteriormente, ao decorrer do jogo o desempenho foi avaliado visualmente, não ocorrendo a lentidão na execução, entretanto com o adaptador.

C: Utilizado os softwares Sketchup e Blender.

1 - Teste em softwares de modelagem 3D sem a placa.

Teste realizado, entretanto, como o esperado não foi possível a execução com a placa de vídeo integrada do notebook.

2 - Teste em softwares de modelagem 3D com a placa usando adaptador.

Foi realizado a instalação da placa de vídeo externa, após a instalação, os softwares Sketchup e Blender foram executados, apresentado erro de execução.

D: Utilizado o software VirtualBox para execução da máquina virtual.

1 - Teste em softwares de Máquina Virtual sem a placa.

Foi configurado para a máquina virtual o uso de 4 GB de memória RAM, um espaço para o disco de 50 GB com memória de vídeo alocada automaticamente pelo software, foi instalado o sistema operacional Windows 10 e avaliado visualmente o desempenho durante a execução.

2 - Teste em softwares de Máquina Virtual com a placa usando adaptador.

Foi configurado para a máquina virtual o uso de 4 GB de memória RAM, um espaço para o disco de 50 GB com memória de vídeo alocada automaticamente pelo software, foi instalado o sistema operacional Windows 10 e avaliado visualmente o desempenho durante a execução, foi possível alocar uma maior quantidade de memória para vídeo.

Opções de testes para conexão com a internet. Situações:

A1 Com Adaptador Wireless. Os softwares Speedtest Measurement Lab foram utilizados para verificar o desempenho máximo.

1 - Teste de download e upload.

Foram executados os softwares Speedtest e Measurement Lab avaliando os valores máximos de download e uploads. Ao utilizar o Speedtest um velocímetro simula a velocidade após reconhecer o IP e sua localização no mapa. O software identifica o servidor mais próximo para realizar os testes com precisão (Zaramela, 2020).

A primeira medição é feita pelo tempo de resposta *ping*. Em seguida, o SpeedTest mede a velocidade de download e, por último, a de upload. Ao finalizar os testes, é possível compará-los clicando no botão "Resultados" (Zaramela, 2020).

Ao utilizar o teste *Network Diagnostic Tool* da Measurement Lab, tenta-se transferir o máximo de dados possível em um determinado tempo, usando uma única conexão com um servidor Measurement Lab, assim como o Speedtest, fornece o *ping* velocidade de download e upload.

2 - Teste de estabilidade.

Foi avaliado a latência identificado através dos valores de variação do *pings* fornecidos através dos softwares Speedtest e Measurement Lab. Para este teste quanto menor for a variação maior a estabilidade.

A2 com conexão cabeada. Os softwares Speedtest Measurement Lab foram utilizados para verificar o desempenho máximo, mas com a conexão cabeada (placa de rede Realtek PCI-E GbE Family Controller nativa do Notebook).

1 - Teste de download e upload.

Foi realizado o mesmo teste mencionado para o teste de download e upload com o adaptador Wireless USB, entretanto com a conexão cabeada.

2 - Teste de estabilidade.

Foi avaliada a latência identificada através dos valores de variação dos *pings* fornecidos através dos softwares Speedtest e Measurement Lab. Para este teste quanto menor for a variação maior a estabilidade, entretanto com a conexão cabeada.

A3 Com a placa mini PCI-E. Os softwares Speedtest Measurement Lab foram utilizados para verificar o desempenho máximo, porém com a placa mini PCI-E.

1 - Teste de download e upload.

Foi realizado o mesmo teste mencionado para o teste de download e upload com o adaptador Wireless USB, entretanto com a placa mini PCI-E

2 - Teste de estabilidade.

Foi avaliado a latência identificada através dos valores de variação dos *pings* fornecidos através dos softwares Speedtest e Measurementlab. Para este teste quanto menor for a variação maior a estabilidade, entretanto com a placa mini PCI-E.

A conexão com a Internet, foi realizada através do Adaptador Wireless USB (Figura 5), Adaptador Dual Band 2.4/5ghz 600mbps Wireless 5g Ac (Realtek 8811CU Wireless LAN 802.11ac USB NIC).



Figura 5. Conexão do Adaptador Wireless USB Dual Band, fabricante Realtek, ao notebook.

Também foi realizado a conexão com o Adaptador Wireless USB com frequência de transmissão 2.4Ghz BGN LV-UW06 (802.11n USB Wireless LAN Card) (Figura 6).



Figura 6. Conexão do Adaptador Wireless USB, da marca BGN, ao notebook.

6. RESULTADOS

6.1. Teste sem a placa de vídeo

Para realização de testes foi utilizado o software PassMark onde foi aplicado o Benchmark sem a placa de vídeo instalada (Figuras 7 e 8) e depois com a placa de vídeo (Figuras 9 e 10). Os testes indicaram que com o uso da placa de vídeo houve uma melhora no desempenho do computador. A classificação do desempenho do notebook identificado com a pontuação 188.9 (Figura 7), indica que houve um desempenho inferior quando comparado com a pontuação 402.4 (Figura 9), do notebook executando o teste com o adaptador e a placa de vídeo disponível. A pontuação para teste em gráficos 3D não foi atribuída, porém ao se analisar a pontuação geral, observou-se que houve uma melhor classificação, demonstrando o benefício em realizar a adaptação com a placa de vídeo. Não foi possível concluir o teste para gráficos 3D, devido a placa não possuir suporte para DirectX 12, mesmo assim impactando na pontuação geral, se obteve uma melhora da pontuação em gráficos 2D.

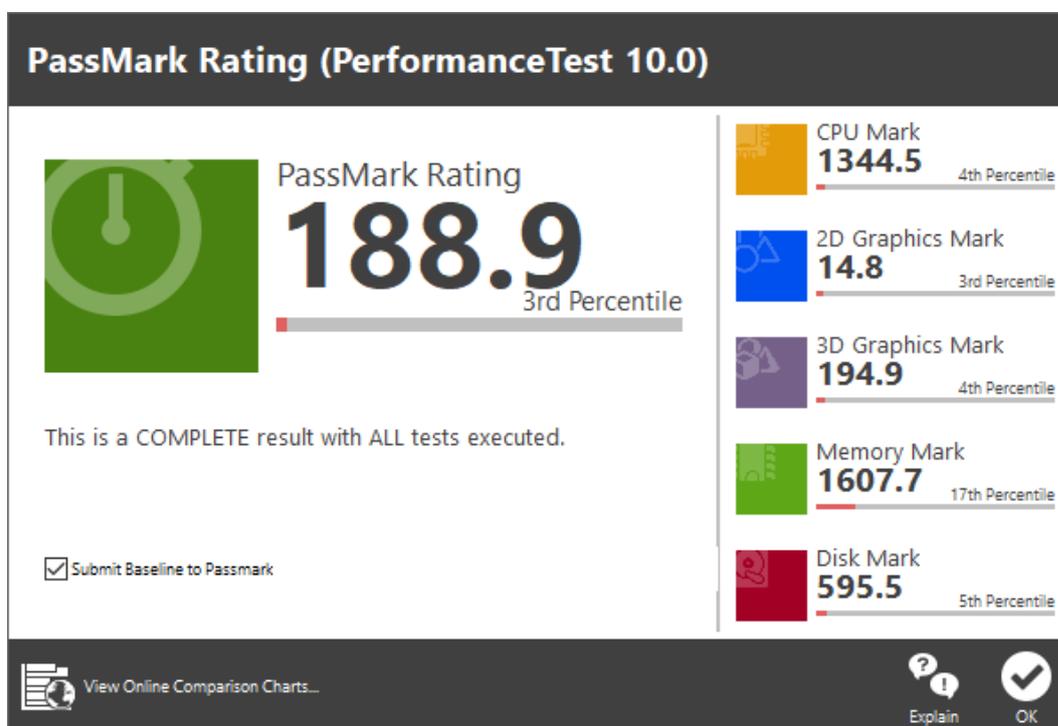


Figura 7. Teste PassMark, sem a placa de vídeo.

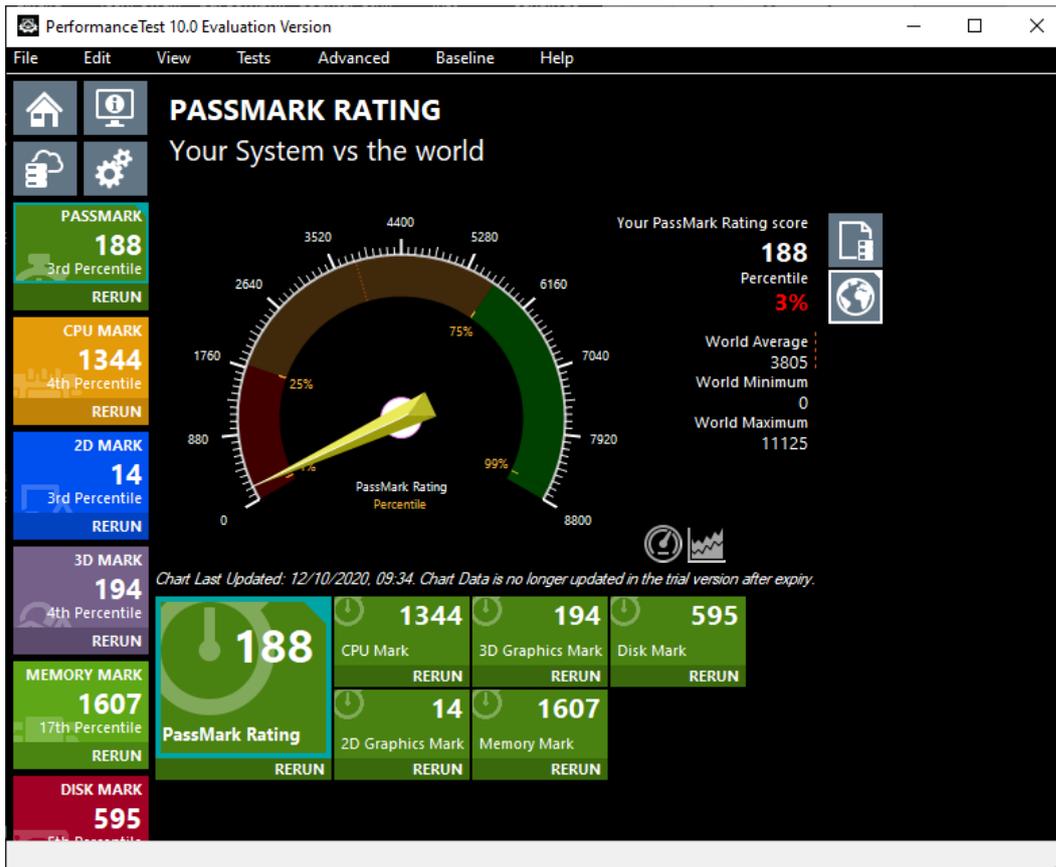


Figura 8. Teste PassMark, sem a placa de vídeo.

6.2. Teste com a placa de vídeo

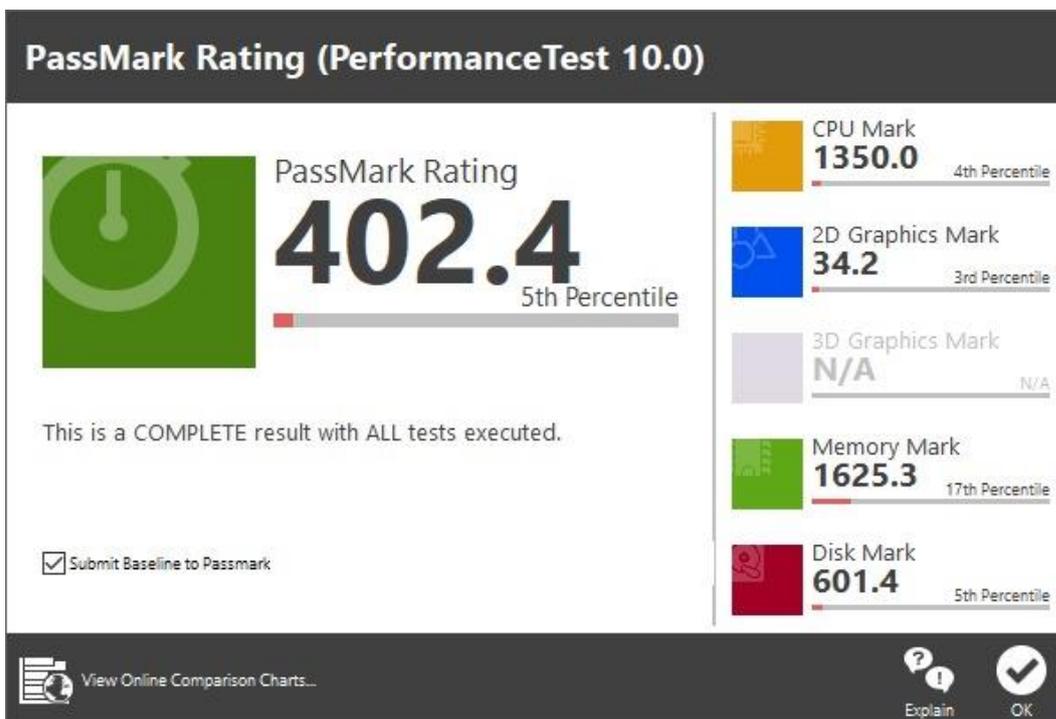


Figura 9. Teste PassMark, com a placa de vídeo.



Figura 10. Teste PassMark, com a placa de vídeo.

Para realização de testes foi utilizado também o software Novabench onde foi aplicado o Benchmark sem a placa de vídeo instalada (Figura 11) e depois com a placa de vídeo (Figura 12). Os testes indicaram que com o uso da placa de vídeo houve uma semelhança no desempenho observado pela pontuação próxima dos testes executados.

Personal Use Only | Update Available — ✕

Benchmark Pro 641 (3 dias atrás) ✕

Novabench Score: 641

29/10/2020 20:46

OS: Microsoft Windows 10 Home Single Language
CPU: Intel Core i3-2328M running at 2,19GHz
GPU: Intel HD Graphics 3000

| | |
|---------------------------------------|---|
| CPU Score 329 | RAM Score - 8GB 182 |
| Show details | RAM Speed: 13161 MB/s |
| GPU Score 107 | Disk Score 23 |
| Direct3D11: 4 FPS OpenCL: 0 GFLOPS | Write Speed: 71 MB/s Read Speed: 81 MB/s |

View Performance Charts and Comparisons
[Click here to compare this result on Novabench.com](#)

Figura 11. Teste com software Novabench sem a placa de vídeo instalada

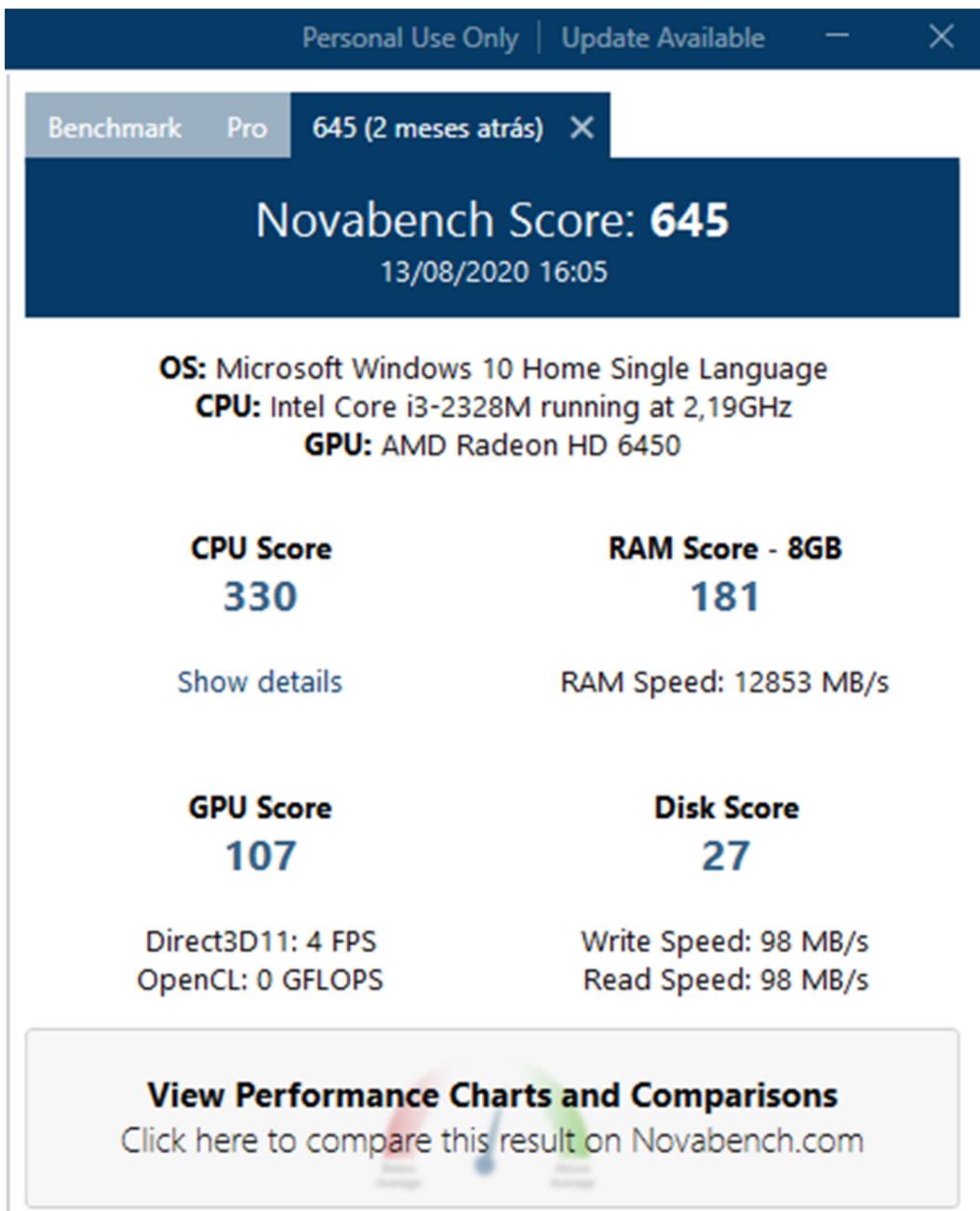


Figura 12. Teste com software Novabench com a placa de vídeo instalada

Para execução da máquina virtual no notebook, utilizando o adaptador para a placa de vídeo AMD Radeon HD 6450, executou-se o software Virtual Box com o ambiente Windows 10. Para configuração foram disponibilizados 50 GB de memória física e 4 GB de memória RAM. Como foi possível disponibilizar uma memória de vídeo com maior capacidade, a máquina virtual não apresentou travamento, ao contrário da execução sem o uso da placa de vídeo.

O teste em jogos, foi realizado usando o jogo *League of Legends*. Este apresentou melhora no desempenho, sendo possível realizar a execução do software alternativo Blitz para auxílio no jogo. Com relação a escolha de runas e habilidades a serem upadas ao decorrer do jogo, sem o uso da placa de vídeo era possível a execução deste software, porém houve um grande *lag* (atraso na comunicação) ao decorrer do jogo.

Como complemento do teste em jogos, o jogo *Call of Duty Modern Warfare* foi instalado, porém houve um problema com o DirectX sendo este necessário para o funcionamento do jogo.

Os requisitos mínimos para executar o *Call of Duty Modern Warfare* estão um pouco abaixo dos exigidos no ambiente de testes. Foi realizada a tentativa de execução com a configuração com os gráficos no mínimo, para ter uma ideia geral com a placa de vídeo. Não foi possível a execução devido a versão do DirectX, sendo necessário a versão 12 para funcionamento e a versão da placa de vídeo é 11. Alguns aplicativos e jogos permitem a execução nas duas versões não sendo o caso do jogo testado.

Para teste com softwares de modelagem 3D foi utilizado o software SketShup (Figura 13), não foi possível a execução devido a placa de vídeo não suportar aceleração de hardware.

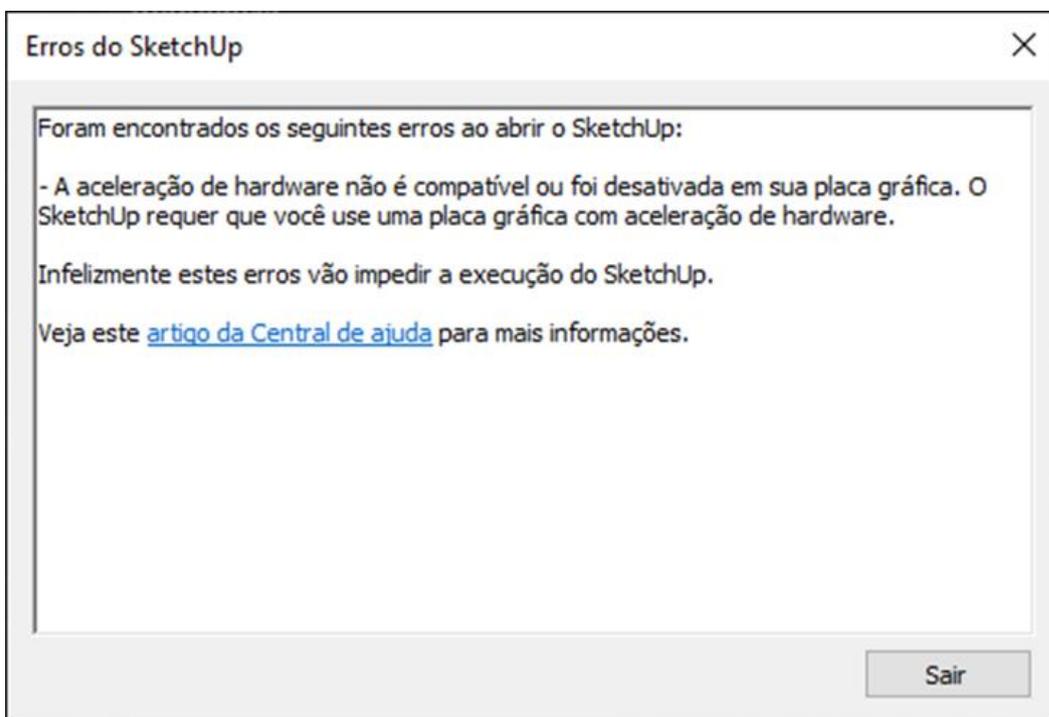


Figura 13. Teste com softwares de modelagem 3D SketShup.

Para teste com softwares de modelagem 3D foi utilizado o software Blender (Figuras 14 e 15). Sem a placa de vídeo não foi possível a execução do software devido a versão do OpenGL suportada, para execução exige 3.3 e a versão da placa é 3.1.

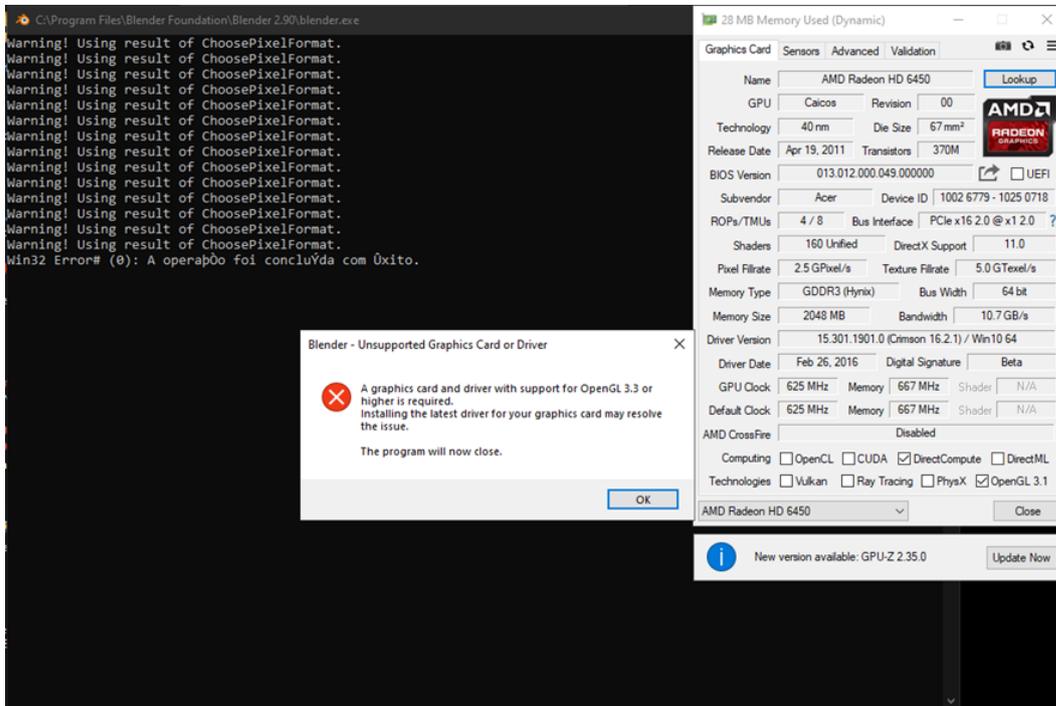


Figura 14. Teste com softwares de modelagem 3D Blender.

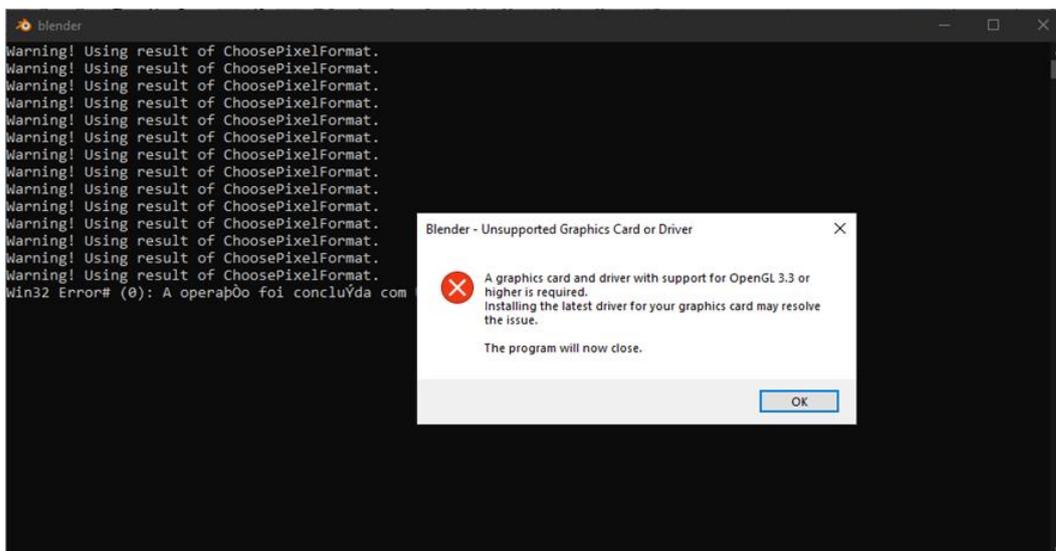


Figura 15. Teste com softwares de modelagem 3D Blender.

Para o teste de conexão com a internet foi realizado a conexão da placa de rede Wireless mini PCI-E nativa do computador (Atheros AR5B125 Internet 100MB 2.4g teste 5) a uma rede 2.4Ghz de velocidade 100MBps, esta conexão resultou em uma taxa de download aproximada de 63MBps, com *ping* (tempo de resposta da conexão do seu computador com outros dispositivos na rede local ou Internet) variando de 39 a 179ms (milissegundos), em um software e, no outro, uma taxa de download de 67MBps com *ping* variando de 2 a 3ms. Assim sendo pode se afirmar que a placa de rede com tal velocidade é capaz de realizar tarefas cotidianas e a execução de jogos online.

Para conexão com a Internet, foi utilizado o Adaptador Wireless USB Adaptador Dual Band 2.4/5ghz 600MBps Wireless 5g Ac (Realtek 8811CU Wireless LAN 802.11ac USB NIC). O adaptador vem com o driver de instalação na memória, basta executar o aplicativo.

O adaptador foi conectado a uma rede 5G com velocidade de 100MBps executando o download na velocidade aproximada de 93MBps com *ping* variando de 49 a 272ms em um software e 107MBps com *ping* variando de 3 a 4ms utilizando outro, assim sendo para tarefas do dia a dia o adaptador funciona normalmente. Para frequência de 2.4Ghz, na mesma rede mencionada anteriormente, o adaptador foi interligado executando o download na velocidade aproximada de 38MBps em um software e 50MBps utilizando outro, assim sendo ficou constatado que o adaptador desempenha suas tarefas com eficiência (Tabela 1).

Também foi realizado o teste com o Adaptador Wireless USB com frequência de transmissão 2.4Ghz BGN LV-UW06 (802.11n USB Wireless LAN Card). Para uso do adaptador, basta conectar ao notebook ou computador que será realizado a instalação automaticamente. O adaptador foi conectado a uma rede 2.4Ghz com velocidade de 100MBps executando o download na velocidade aproximada de 15MBps em um software e 18MBps utilizando outro, assim sendo para tarefas cotidianas o adaptador funcionou normalmente.

Tabela 1. Velocidade de download das conexões Wireless.

| Conexões Wireless | Softwares | |
|---|-----------|-----------------|
| | Speedtest | Mensurement Lab |
| Placa de rede Wireless Atheros AR5B125 | 67Mbps | 63Mbps |
| Adaptador Wireless USB Adaptador Dual Band 5Ghz | 107Mbps | 93Mbps |
| Adaptador Wireless USB Adaptador Dual Band 2.4Ghz | 50Mbps | 38Mbps |
| Adaptador Wireless USB BGN LV-UW06 | 18Mbps | 15Mbps |

7. DISCUSSÃO

Após as realizações dos testes observou-se que a placa de vídeo não satisfaz a demanda de aplicativos que necessitam de tal recurso, sendo o principal fator, o modelo da placa de vídeo estar desatualizado, sendo assim não acompanha a evolução tecnológica, chegando a questão de se tornar obsoleta, sendo necessário um investimento maior para se conseguir um resultado aceitável.

Com relação a conexão com a internet o cabo de rede se mostra uma alternativa eficaz para tarefas e atividades no dia a dia, e, para execução de softwares de modelagem que não exigem tanto da internet para o funcionamento. Este, também pode ser utilizado, no caso de jogos que requerem estabilidade na rede, sendo assim, levando em consideração que a adaptação da placa de vídeo exige uma conexão de energia, a princípio não possuindo uma bateria para fornecimento de energia tal como o notebook para portabilidade se faz necessário um local fixo para funcionamento adequado.

Para a execução de softwares de modelagem 3D foi observado que o software identificou a placa de vídeo, mas não foi iniciado devido a versão dela ser incompatível, assim sendo como dito anteriormente é necessário um investimento maior no caso da placa de vídeo, ou seja, é possível executar softwares apenas utilizando a adaptação sem necessidade de um notebook novo.

O teste em jogos no *League of Legends* apresentou melhora no desempenho e foi possível realizar a execução de um software alternativo para auxílio no jogo, sem o uso da placa de vídeo era possível a execução deste software, não havendo um grande *lag* ao decorrer do jogo. Assim, ficou constatado, o benefício em se utilizar a placa de vídeo, ou seja, a utilização de outro software sem latência ou atraso.

Como complemento do teste em jogos o jogo *Call of Duty Modern Warfare* foi instalado, porém houve um problema com o DirectX sendo este necessário para o funcionamento do jogo.

Os requisitos mínimos para executar o *Call of Duty Modern Warfare* estavam um pouco abaixo dos exigidos no ambiente de testes. Não foi possível a execução devido a versão do DirectX. A versão 12 é necessária para funcionamento e foi utilizada a versão 11 da placa de vídeo.

Com relação ao custo de investimento para adição da placa de vídeo, foram gastos: R\$ 153,82 + R\$ 28,76 Reais de frete, totalizando R\$ 182,58 Reais para a compra do adaptador e R\$ 192,55 + R\$ 51,90 Reais de frete totalizando R\$ 244,55 Reais para compra

da placa de vídeo além de R\$ 60,90 + R\$ 16,90 Reais de frete totalizando R\$ 86,80 Reais para a fonte de alimentação, sendo assim foi realizado um investimento de R\$ 513,83 (Tabela 2).

Um notebook novo com placa de vídeo custa em torno de R\$ 3.561,55 à vista 2GB Dedicada Modelo AMD Radeon 540X em uma loja nacional <https://www.magazineluiza.com.br/> (Cotação Notebook com placa de vídeo). Logo, a relação custo-benefício, dos adaptadores, são vantajosas. Entretanto deve ficar claro a compatibilidade de sistemas para se obter o benefício desejado (Tabela 2).

Tabela 2. Relação custo-benefício de adaptadores da placa de vídeo em relação a um Notebook novo.

| Componentes | Custo Financeiro | Custo Total |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Adaptador EXP GDC 8.4 | R\$ 175,69 | R\$ 513,83 |
| Placa de Vídeo | R\$ 230,37 | |
| Fonte 230W | R\$ 86,80 | |
| Notebook novo com Placa de Vídeo | R\$ 3.561,00 | R\$ 3.561,00 |

Tendo em vista o valor investido na aquisição do adaptador de R\$ 492,86 e o valor de um notebook com placa de vídeo que atualmente custa em média R\$ 3.561,55, é possível argumentar que com um custo menor, é possível a adição e uso da placa de vídeo com benefícios semelhantes ao de um notebook com placa de vídeo.

Com relação ao custo de investimento para o Adaptador USB Wireless (Adaptador Dual Band 2.4/5ghz 600mbps Wireless 5g Ac), foram gastos: R\$ 55,99 + R\$ 14,90 frete para a compra do adaptador, totalizando R\$ 70,89 reais de investimento. Tendo em vista que a tecnologia do adaptador permite uma alta velocidade de conexão com a internet, a compra dele foi satisfatória (Tabela 3).

Para a aquisição do Adaptador Wireless USB com frequência BGN LV-UW06 (802.11n USB Wireless LAN Card), foi despendido R\$ 34,80 sem custo de frete para a compra do adaptador, totalizando R\$ 34,80 reais de investimento. Levando em consideração que a velocidade da internet do adaptador não chega próximo ao máximo fornecido pela rede sua utilização se torna inviável (Tabela 3).

O uso do adaptador Wireless USB Adaptador Dual Band 2.4/5ghz 600mbps Wireless 5g Ac conectado a uma rede 5G com velocidade de 100MBps, demonstrou eficiência para execução de tarefas do dia a dia. Pela praticidade dos adaptadores e custo, visando a execução de tarefas que não exigem muito, e que o usuário saiba exatamente o que se deseja, constituem-se em ótima ferramenta (ALENCAR, 2016). Em comparação com o a placa de rede wi-fi nativa do notebook foi demonstrado que se obteve uma eficiência melhor com o uso deste adaptador. Ao se realizar a comparação do preço do adaptador com o custo da placa de rede wi-fi, o valor a se investir é maior, porém para se obter o benefício não há outra alternativa, a não ser com o uso do adaptador.

Tabela 3. Relação de custo de adaptadores Wireless.

| Componentes | Custo Financeiro |
|---|-------------------------|
| Placa de rede Wireless Atheros AR5B125 | R\$ 41,80 |
| Adaptador Wireless USB Adaptador Dual Band 5Ghz | R\$ 70,89 |
| Adaptador Wireless USB Adaptador Dual Band 2.4Ghz | |
| Adaptador Wireless USB BGN LV-UW06 | R\$ 34,80 |

8. CONCLUSÕES

O uso de adaptadores (placas de vídeo) pode ser vantajoso, desde que, seja compatível e com a versão atualizada ou para utilização que seja simples em pequenas estações de trabalho visando elevar o desempenho de máquinas.

O adaptador Wireless USB apresenta melhor eficiência quando comparado com a placa de rede wireless.

É possível a utilização de softwares de modelagem 3D como por exemplo o software SketShup, desde que a placa de vídeo seja compatível.

Foi verificado a compatibilidade da placa de vídeo adquirida com as especificações do notebook, porém apesar de ser compatível não atende à softwares de modelagem e jogos mais atuais assim como apresentado no trabalho.

A eficiência no uso de adaptadores está condicionada a compatibilidade dos sistemas.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, F. **Adaptador Wireless USB ou PCI? Veja qual é a melhor opção.** 2016. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2016/03/adaptador-wireless-usb-ou-pci-veja-qual-e-melhor-opcao.html>. Acesso: 17/08/2019.

CARVALHO, J. A. **Informática para concursos: teoria e questões** 5ª edição – Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 808 p. ISBN 978-85-352-7050-1

COTAÇÃO NOTEBOOK COM PLACA DE VÍDEO. Disponível em: <https://www.magazineluiza.com.br/>. Acesso em: 22/10/2020.

COUTO, C. L. S. **Um Estudo Comparativo de Benchmarks Paralelos.** Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999. 175p.

FERNANDEZ, M. P. & CORTÉS, M. I. **Introdução à computação.** 3. ed. - Fortaleza: EdUECE, 2015. 126 p.

FERNANDEZ, M. P. **Arquitetura de Computadores.** – 3ª ed. – Fortaleza: EdUECE, 2015.143p.

FONSECA, T. C. F. & CAMPOS, T. P. R. **Software for simulating IMRT protocol. Innovations in Nuclear Technology for a Sustainable Future.** 2009 International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2009 – The Meeting on Nuclear Applications – ENAN. Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

GPU EXTERNA: Vale a pena? Deixe-me trabalhar nisso. 2019. Disponível em: <https://egpu.io/external-gpu-is-it-worth-it/>. Acesso em 22/10/2020.

LIMA, B. R. & MOREIRA, E. T. **Análise da adequação de softwares de benchmark para mensuração de desempenho de microcomputadores.** Universidade de Brasília, Brasília: UnB, 2014. 149p.
https://bdm.unb.br/bitstream/10483/8583/1/2014_BrunoRochaLima_EduardoTaitsonMoreira.pdf.

LIRA, V. **Vale a pena comprar uma placa de vídeo externa para notebook?** 2019. Disponível em: <https://www.promobit.com.br/blog/vale-a-pena-comprar-uma-placa-de-video-externa-para-notebook/> Acesso em: 07/01/2021.

MANSSOUR, I. H. & COHEN, M. **Introdução à Computação Gráfica.** RITA 13 (2), 2006. p.43-68. Disponível em: <https://www.inf.pucrs.br/~manssour/Publicacoes/TutorialSib2006.pdf>. Acesso: 27/11/2020.

MORIMOTO, C. E. **Hardware o guia definitivo.** Editora: GDH Press e Sul Editores. 2007 1038p. ISBN: 978-85-99593-10-2.

PHILLIPS, G. **7 Things You Need to Know About External GPUs.** 2019. Disponível em: <https://www.makeuseof.com/tag/everything-need-know-external-gpu/>. Acesso em: 07/01/2021.

SOFTWARE DE BENCHMARK NOBABENCH. Disponível em:
<https://novabench.com>. Acesso em: 07/01/2021.

SOFTWARE DE BENCHMARK PASSMARK. Disponível em:
<https://www.passmark.com/>. Acesso em: 07/01/2021.

SOFTWARE DE BENCHMARK SPECviewperf® 13 benchmark. Disponível em:
<https://www.spec.org/gwpg/gpc.static/vp13info.html>. Acesso em: 07/01/2021.

SOUZA, D. L.; MARTINS, T. C. & DMITRIEV V. Utilização da técnica de processamento geral em placas de vídeo (GPGPU) para otimização de simulação e análise de algoritmos FDTD em 2D através do modelo de equação de onda (FDTD-Wave). XXXIII Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional. **Anais.** do CNMAC. Publicação da SBMAC. 2010. V.3, ISSN 1984 – 820x. p. 960-961.

STALLINGS, W. **Arquitetura e Organização de computadores: Projeto para o desempenho.** 5 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 762p.

TANENBAUM, A. S. & AUSTIN, T. **Organização estruturada de computadores.** 6 ed. Vieira, D.; revisão técnica Zucchi, W. L. -- São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2013.

ZARAMELA, L. **Velocidade da Internet: Teste sua conexão, entenda métricas e descubra as causas.** Disponível em: <https://canaltech.com.br/internet/internet-lenta-teste-sua-conexao-entenda-as-metricas-e-descubra-as-causas/#:~:text=Um%20veloc%C3%ADmetro%20ir%C3%A1%20simular%20a,tempo%20de%20resposta%20do%20ping>. Acesso em: 30/10/2020.

ZHANG, X. **Application-Specific Benchmarking.** PhD thesis, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 2001. 113p. Disponível em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.88.1874&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em 24/11/2020.