**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO**



**BPM Game Engine**

**Versão 1.0**

Fabio Takeshi Ishikawa

Abril de 2020

# 1. Introdução

# 2. Avaliação – Tempo de execução de cada quadro

## **2.1 Teste 1 – Sem overhead de tempo de execução**

Este teste foi realizado para demonstrar o tempo de execução de cada iteração em um loop sem a utilização de nenhuma classe de BPM Game Engine. Dentro do loop há somente instruções de cálculo de duração do quadro (utilizando diretamente as funções de High Resolution Timer), instruções de diagnósticos como tempo máximo, mínimo e a média de tempo de quadro (por segundo) e instruções de timer para contabilizar dez segundos de processamento.

Configurações da máquina:

Processador: Intel® Core™ i5-9400F CPU @ 2.90GHz

Memória RAM: 16 GB

Placa de Vídeo: Gigabyte NVIDIA GeForce GTX 1660 OC 6G

Sistema Operacional: Windows 10 64 bits

A seguir segue os resultados de cinco execuções durante o tempo de dez segundos. A unidade de tempo está em ciclos de CPU.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Quadros** | | **Execução 1** | **Execução 2** | **Execução 3** | **Execução 4** | **Execução 5** |
| **1** | **FPS** | 16702767 | 16838201 | 16701250 | 16730383 | 16654466 |
| **Média de tempo** | 0.598703 | 0.593888 | 0.598758 | 0.597715 | 0.60044 |
| **Tempo máximo** | 1912 | 1681 | 1669 | 1957 | 1711 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2** | **FPS** | 16961046 | 16852927 | 16824384 | 16864409 | 16503515 |
| **Média de tempo** | 0.589586 | 0.593369 | 0.594375 | 0.592965 | 0.605932 |
| **Tempo máximo** | 796 | 1645 | 1697 | 689 | 4013 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **3** | **FPS** | 16849417 | 16863104 | 16776571 | 16602091 | 16624094 |
| **Média de tempo** | 0.593492 | 0.593011 | 0.596069 | 0.602334 | 0.601537 |
| **Tempo máximo** | 1626 | 1645 | 1936 | 2403 | 2154 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **4** | **FPS** | 16742167 | 16776471 | 16778121 | 16748562 | 16634757 |
| **Média de tempo** | 0.597294 | 0.596073 | 0.596014 | 0.597066 | 0.601151 |
| **Tempo máximo** | 1932 | 1654 | 1662 | 1714 | 2477 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **5** | **FPS** | 16880680 | 16833884 | 16886265 | 16762889 | 16489562 |
| **Média de tempo** | 0.592393 | 0.59404 | 0.592197 | 0.596556 | 0.606444 |
| **Tempo máximo** | 1780 | 1646 | 1633 | 1890 | 5185 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **6** | **FPS** | 16746728 | 16703773 | 16728806 | 16716692 | 16252975 |
| **Média de tempo** | 0.597132 | 0.598667 | 0.597771 | 0.598204 | 0.615272 |
| **Tempo máximo** | 1690 | 2114 | 1680 | 1669 | 10633 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **7** | **FPS** | 16799486 | 16835697 | 17151553 | 16793457 | 16571646 |
| **Média de tempo** | 0.595256 | 0.593976 | 0.583038 | 0.59547 | 0.60344 |
| **Tempo máximo** | 2282 | 1650 | 272 | 1985 | 2030 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **8** | **FPS** | 16804197 | 16789516 | 16794543 | 16824252 | 16577118 |
| **Média de tempo** | 0.595089 | 0.59561 | 0.595432 | 0.59438 | 0.603241 |
| **Tempo máximo** | 1703 | 1679 | 1634 | 1705 | 3876 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **9** | **FPS** | 16771704 | 16710633 | 16897618 | 16902495 | 16622301 |
| **Média de tempo** | 0.596242 | 0.598421 | 0.591799 | 0.591629 | 0.601601 |
| **Tempo máximo** | 1661 | 1783 | 1821 | 763 | 5508 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **10** | **FPS** | 16734513 | 16656829 | 16777134 | 16715549 | 16715045 |
| **Média de tempo** | 0.597567 | 0.600354 | 0.596049 | 0.598245 | 0.598263 |
| **Tempo máximo** | 1763 | 1934 | 2255 | 1722 | 1876 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**OBSERVAÇÃO:** Nesta experiência também foi observado que ao incluir instruções de entrada/saída dentro da execução do quadro, o desempenho caiu para uma média de 24000 quadros por segundo com tempos de quadro variando entre 80 a 1000 ciclos.

## **2.1 Teste 2 – Com overhead apenas da classe GEWinApiWrapper**

Este teste foi realizado para demonstrar o tempo de execução de cada iteração em um loop com overhead de tempo de execução utilizando a classe GEWinApiWrapper de BPM Game Engine. Dentro do loop há instruções de cálculo de duração do quadro a partir de GEWinApiWrapper que encapsula as funções de High Resolution Timer, instruções de diagnósticos como tempo máximo, mínimo e a média de tempo de quadro (por segundo) e instruções de timer para contabilizar dez segundos de processamento.

Configurações da máquina:

Processador: Intel® Core™ i5-9400F CPU @ 2.90GHz

Memória RAM: 16 GB

Placa de Vídeo: Gigabyte NVIDIA GeForce GTX 1660 OC 6G

Sistema Operacional: Windows 10 64 bits

A seguir segue os resultados de cinco execuções. Note que o tempo do quadro corresponde ao quadro em que foi calculado o segundo. A unidade de tempo está em ciclos de CPU.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Quadros** | | **Execução 1** | **Execução 2** | **Execução 3** | **Execução 4** | **Execução 5** |
| **1** | **FPS** | 16129084 | 14975771 | 15215975 | 16106220 | 15734521 |
| **Média de tempo** | 0.164203 | 0.176848 | 0.174056 | 0.164436 | 0.16832 |
| **Tempo máximo** | 1746 | 2618 | 59355 | 780 | 39728 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2** | **FPS** | 16162577 | 15723026 | 15731234 | 15635209 | 16186357 |
| **Média de tempo** | 0.163862 | 0.168443 | 0.168355 | 0.169389 | 0.163621 |
| **Tempo máximo** | 437 | 64976 | 1990 | 1266 | 482 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **3** | **FPS** | 15917000 | 16198517 | 16197104 | 14960802 | 16209693 |
| **Média de tempo** | 0.16639 | 0.163499 | 0.163513 | 0.177025 | 0.163386 |
| **Tempo máximo** | 1922 | 517 | 347 | 3376 | 502 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **4** | **FPS** | 14920519 | 16236739 | 16231018 | 16128523 | 16218708 |
| **Média de tempo** | 0.177503 | 0.163114 | 0.163171 | 0.164208 | 0.163295 |
| **Tempo máximo** | 2261 | 1895 | 482 | 473 | 396 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **5** | **FPS** | 14357474 | 15214178 | 15514144 | 16241806 | 16200839 |
| **Média de tempo** | 0.184464 | 0.174077 | 0.170711 | 0.163063 | 0.163475 |
| **Tempo máximo** | 6889 | 1759 | 1021 | 330 | 2251 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **6** | **FPS** | 16166127 | 15917454 | 15601945 | 16188958 | 15371619 |
| **Média de tempo** | 0.163826 | 0.166386 | 0.16975 | 0.163595 | 0.172294 |
| **Tempo máximo** | 409 | 1429 | 2457 | 1762 | 3774 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **7** | **FPS** | 16171785 | 16047172 | 15739902 | 16094834 | 15156167 |
| **Média de tempo** | 0.163769 | 0.165041 | 0.168263 | 0.164552 | 0.174743 |
| **Tempo máximo** | 370 | 1056 | 1963 | 1678 | 1535 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **8** | **FPS** | 15889490 | 16232250 | 15972706 | 15704776 | 16182347 |
| **Média de tempo** | 0.166678 | 0.163159 | 0.16581 | 0.168639 | 0.163662 |
| **Tempo máximo** | 1296 | 344 | 907 | 1903 | 844 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **9** | **FPS** | 16114733 | 16226732 | 14411306 | 14522229 | 16173102 |
| **Média de tempo** | 0.164349 | 0.163214 | 0.183775 | 0.182371 | 0.163756 |
| **Tempo máximo** | 704 | 314 | 45979 | 33324 | 1894 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **10** | **FPS** | 15465433 | 16186171 | 15958952 | 15733429 | 16217709 |
| **Média de tempo** | 0.171249 | 0.163623 | 0.165953 | 0.168332 | 0.163305 |
| **Tempo máximo** | 1539 | 856 | 8031 | 2392 | 245 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## **2.3 Teste 3 – Com overhead da classe GameEngine sem sistema de renderização**

Este teste foi realizado para demonstrar o tempo de execução de cada iteração em um loop com overhead de tempo de execução utilizando a classe GEWinApiWrapper de BPM Game Engine. Dentro do loop, o cálculo de cálculo de duração do quadro é realizado com a ajuda de GEWinApiWrapper que encapsula as funções de High Resolution Timer. Além disso há instruções para calcular o timer para contabilizar dez segundos de processamento.

A seguir segue os resultados de cinco execuções. Note que o tempo do quadro corresponde ao quadro em que foi calculado o segundo. A unidade de tempo está em ciclos de CPU.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Quadros** | | **Execução 1** | **Execução 2** | **Execução 3** | **Execução 4** | **Execução 5** |
| **1** | **FPS** | 10050884 | 9577288 | 10348882 | 10117604 | 9689155 |
| **Média de tempo** | 0.263503 | 0.276533 | 0.255915 | 0.261765 | 0.27334 |
| **Tempo máximo** | 1431 | 3085 | 1897 | 3132 | 3412 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2** | **FPS** | 8841711 | 10322433 | 10377342 | 9289539 | 9575204 |
| **Média de tempo** | 0.299539 | 0.256571 | 0.255213 | 0.285099 | 0.276593 |
| **Tempo máximo** | 2488 | 579 | 318 | 2162 | 4187 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **3** | **FPS** | 9285577 | 10380095 | 9267359 | 9527171 | 9733794 |
| **Média de tempo** | 0.28522 | 0.255146 | 0.285781 | 0.277988 | 0.272087 |
| **Tempo máximo** | 4148 | 201 | 1762 | 2541 | 2455 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **4** | **FPS** | 10118235 | 10074966 | 9347595 | 10396230 | 8692917 |
| **Média de tempo** | 0.261749 | 0.262 | 0.283328 | 0.25475 | 0.304666 |
| **Tempo máximo** | 2597 | 1092 | 2150 | 315 | 5216 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **5** | **FPS** | 10062620 | 9260016 | 9266192 | 10321644 | 8537054 |
| **Média de tempo** | 0.263195 | 0.286008 | 0.285817 | 0.256591 | 0.310228 |
| **Tempo máximo** | 3527 | 1728 | 1648 | 465 | 8097 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **6** | **FPS** | 10041617 | 9874022 | 8800579 | 10254219 | 9056179 |
| **Média de tempo** | 0.263746 | 0.268223 | 0.300939 | 0.258278 | 0.292445 |
| **Tempo máximo** | 6475 | 1561 | 81682 | 2146 | 7631 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **7** | **FPS** | 9036415 | 10311010 | 10148566 | 9270101 | 9702254 |
| **Média de tempo** | 0.293085 | 0.256855 | 0.260967 | 0.285697 | 0.272971 |
| **Tempo máximo** | 9858 | 841 | 3673 | 2944 | 7188 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **8** | **FPS** | 10037734 | 10352150 | 10314939 | 9425885 | 9728440 |
| **Média de tempo** | 0.263848 | 0.255834 | 0.256757 | 0.280975 | 0.272236 |
| **Tempo máximo** | 3398 | 985 | 1121 | 1827 | 3698 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **9** | **FPS** | 9164744 | 9800961 | 10357026 | 10318868 | 9822844 |
| **Média de tempo** | 0.288981 | 0.270222 | 0.255714 | 0.25666 | 0.26962 |
| **Tempo máximo** | 4349 | 1729 | 953 | 950 | 1778 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **10** | **FPS** | 9601283 | 9753606 | 9810315 | 10174630 | 9742483 |
| **Média de tempo** | 0.275842 | 0.271534 | 0.269964 | 0.260298 | 0.271844 |
| **Tempo máximo** | 2661 | 3965 | 2323 | 4139 | 2456 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## **2.4 Teste 4 – Sem overhead de tempo de execução, janelas Windows e tratamento de mensagens Windows e OpenGL**

Este teste foi realizado para demonstrar o tempo de execução de cada iteração em um loop sem overhead de tempo de execução das classes do motor de jogo. Entretanto, o teste inclui a exibição de uma janela gráfica Windows e o loop de tratamento de mensagens Windows. Além disso, há instruções OpenGL. Dentro do loop há também instruções de cálculo de duração do quadro (utilizando diretamente as funções de High Resolution Timer), instruções de diagnósticos como tempo máximo, mínimo e a média de tempo de quadro (por segundo) e instruções de timer para contabilizar dez segundos de processamento.

**Nota:** O v-sync foi desabilitado para realizar os testes.

Configurações da máquina:

Processador: Intel® Core™ i5-9400F CPU @ 2.90GHz

Memória RAM: 16 GB

Placa de Vídeo: Gigabyte NVIDIA GeForce GTX 1660 OC 6G

Sistema Operacional: Windows 10 64 bits

A seguir segue os resultados de cinco execuções durante o tempo de dez segundos. A unidade de tempo está em ciclos de CPU.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Quadros** | | **Execução 1** | **Execução 2** | **Execução 3** | **Execução 4** | **Execução 5** |
| **1** | **FPS** | 8271 | 8461 | 6449 | 8464 | 8396 |
| **Média de tempo** | 1209.2 | 1182.01 | 1550.72 | 1181.68 | 1191.1 |
| **Tempo máximo** | 414911 | 396059 | 406440 | 390508 | 394637 |
| **Tempo mínimo** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2** | **FPS** | 8732 | 8889 | 8559 | 8937 | 8880 |
| **Média de tempo** | 1145.31 | 1125.09 | 1168.38 | 1119.05 | 1126.34 |
| **Tempo máximo** | 3752 | 4180 | 5582 | 2978 | 3250 |
| **Tempo mínimo** | 1046 | 1043 | 1044 | 1050 | 1050 |
| **3** | **FPS** | 8508 | 8887 | 8192 | 8680 | 8714 |
| **Média de tempo** | 1175.47 | 1125.37 | 1220.75 | 1152.15 | 1147.65 |
| **Tempo máximo** | 5532 | 3827 | 18999 | 3983 | 62503 |
| **Tempo mínimo** | 1041 | 1045 | 1042 | 1045 | 1044 |
| **4** | **FPS** | 8034 | 8622 | 7599 | 8536 | 8604 |
| **Média de tempo** | 1244.84 | 1159.84 | 1316.11 | 1171.59 | 1162.29 |
| **Tempo máximo** | 119412 | 6574 | 14671 | 6075 | 6204 |
| **Tempo mínimo** | 1042 | 1043 | 1037 | 1038 | 1038 |
| **5** | **FPS** | 7820 | 8516 | 7710 | 8415 | 8509 |
| **Média de tempo** | 1278.8 | 1174.33 | 1297.07 | 1188.39 | 1175.32 |
| **Tempo máximo** | 8539 | 6025 | 13864 | 6185 | 6209 |
| **Tempo mínimo** | 1050 | 1041 | 1045 | 1048 | 1048 |
| **6** | **FPS** | 7379 | 8647 | 8351 | 6185 | 8451 |
| **Média de tempo** | 1355.33 | 1156.48 | 1197.61 | 1183.87 | 1183.35 |
| **Tempo máximo** | 14887 | 6028 | 7561 | 6155 | 6258 |
| **Tempo mínimo** | 1051 | 1042 | 1044 | 1039 | 1042 |
| **7** | **FPS** | 7926 | 8616 | 8297 | 8476 | 8426 |
| **Média de tempo** | 1261.75 | 1160.74 | 1205.34 | 1179.86 | 1186.9 |
| **Tempo máximo** | 9809 | 6261 | 12480 | 6345 | 6059 |
| **Tempo mínimo** | 1046 | 1045 | 1041 | 1038 | 1046 |
| **8** | **FPS** | 8314 | 8594 | 8244 | 8551 | 8366 |
| **Média de tempo** | 1202.86 | 1163.65 | 1213.01 | 1169.56 | 1195.44 |
| **Tempo máximo** | 7730 | 6304 | 8048 | 6506 | 6430 |
| **Tempo mínimo** | 1051 | 1046 | 1042 | 1043 | 1042 |
| **9** | **FPS** | 8271 | 8531 | 7889 | 8550 | 8371 |
| **Média de tempo** | 1209.11 | 1172.25 | 1267.66 | 1169.6 | 1194.69 |
| **Tempo máximo** | 11097 | 9941 | 36530 | 6259 | 7545 |
| **Tempo mínimo** | 1042 | 1049 | 1030 | 1042 | 1048 |
| **10** | **FPS** | 8321 | 8551 | 8109 | 8551 | 8368 |
| **Média de tempo** | 1201.87 | 1169.58 | 1233.31 | 1169.5 | 1195.09 |
| **Tempo máximo** | 8441 | 6182 | 12382 | 6324 | 6700 |
| **Tempo mínimo** | 1041 | 1035 | 1039 | 1044 | 1042 |