

FAINOR – FACULDADE INDEPENDENTE DO NORDESTE

CARLOS SÉRGIO PEREIRA SOBRINHO
ELIEZER MARQUES DA SILVA NETO
HUMBERTO LEONE RODRIGUES AZEVEDO
ROBSON LIMA DE SOUZA
RODRIGO BORGES DE OLIVEIRA
RODRIGO DA SILVA RIBEIRO
YAGO MAGALHÃES ÁVILA

Soma e multiplicação de matrizes utilizando OpenMP e PThreads

VITÓRIA DA CONQUISTA
2015

Carlos Sérgio Pereira Sobrinho
Eliezer Marques da Silva Neto
Humberto Leone Rodrigues Azevedo
Robson Lima de Souza
Rodrigo Borges de Oliveira
Rodrigo da Silva Ribeiro
Yago Magalhães Ávila

Soma e multiplicação de matrizes utilizando OpenMP e PThreads

Trabalho desenvolvido durante a disciplina de Sistemas Concorrentes e Distribuídos, como parte da avaliação referente à II unidade do 8º semestre de Engenharia da Computação da FAINOR.
Professor: Joaquim Júnior Lacerda dos Santos

VITÓRIA DA CONQUISTA

2015

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....3

2 OBJETIVOS.....3

3 METODOLOGIA.....4

4 RESULTADOS.....4

5 CONCLUSÃO.....20

REFERÊNCIA.....21

1 INTRODUÇÃO

Muitas tarefas executadas por programas são bastante complexas e tomam uma boa parte de processamento da máquina. Os processadores atuais, em sua maioria, possuem pelo menos dois núcleos, portanto são capazes de dividir as tarefas a serem executadas pelo computador de forma que cada núcleo execute uma tarefa. Esta divisão de tarefas faz com que o computador seja mais rápido em relação aos computadores que não podem executar processos desta forma (processadores de um núcleo).

Em nível de programação, a paralelização dos programas é feita através do uso de threads, que é o fluxo de execução do processo dividido em duas ou mais tarefas. Duas bibliotecas que auxiliam na implementação de threads na linguagem de programação C, são OpenMP e PThreads.

Como a soma e multiplicação de matrizes utilizam respectivamente dois e três laços de repetição, um programa que executa estas duas operações pode consumir muitos recursos do processador caso o processo seja executado sequencialmente e as matrizes sejam grandes.

Este trabalho demonstra o tempo gasto levado para somar duas matrizes, ambas de tamanho 12000 x 16000, e multiplicar duas outras matrizes, ambas de tamanho 1100 x 1100, utilizando threads tanto através da biblioteca OpenMP quanto a PThreads. Foram testadas de 1 a 10 threads em cada biblioteca, sendo que cada quantidade de thread foi executada 8 vezes.

2 OBJETIVOS

Implementar soma e multiplicação de matrizes utilizando PThreads e OpenMP, e comparar o desempenho das bibliotecas.

Utilizar de 1 até 10 threads para cada algoritmo. Para cada número de threads, tirar média aritmética de 8 execuções.

Tabular os dados obtidos, calcular o Speedup (Tempo de uma thread dividido pelo tempo de n threads) e construir um gráfico mostrando o desempenho de cada biblioteca.

3 METODOLOGIA

Os testes foram realizados utilizando sempre o mesmo computador utilizando o programa CPUFreq na configuração desempenho, assim como conectado à energia, para evitar o clock dinâmico presente em Laptops.

Os testes foram realizados em um Laptop com as seguintes configurações:

- **Sistema Operacional:** Elementary OS 0.3.1 Freya (64-bit)
- **Processador:** Intel Core i5-4200U
- **Cache:** 3 MB
- **Número de núcleos:** 2
- **Número de threads:** 4
- **Frequência baseada em processador:** 1,6 GHz
- **Frequência turbo max:** 2,6 GHz
- **Memória RAM:** 8 GB

O tempo de execução foi medido utilizando a função `omp_get_wtime()` da biblioteca OpenMP.

4 RESULTADOS

- OpenMP - Soma
 - 1 Thread

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,96102	1,067619	19,241969	0,088783
2	31,431395	1,071132	22,489434	0,091753
3	30,886694	1,074696	17,180484	0,088132
4	32,212448	1,069733	16,987636	0,088352
5	31,999749	1,071865	16,659199	0,088083

6	31,58303	1,07139	17,136794	0,091359
7	31,317942	1,069281	17,062478	0,090867
8	30,855617	1,070635	16,912176	0,088586
	Média da soma	1,070793875		

- 2 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	30,845906	0,606179	17,81153	0,004205
2	31,055295	0,607847	18,074003	0,004499
3	31,98224	0,607977	17,706357	0,004599
4	30,863888	0,606494	17,85507	0,004372
5	30,943795	0,606386	18,220268	0,004391
6	31,694045	0,605941	18,105264	0,004456
7	31,873051	0,605892	17,644918	0,004443
8	30,849966	0,609531	22,027123	0,004116
	Média da soma	0,607030875		

- 3 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,238262	0,66389	17,891394	0,004468
2	30,987105	0,75019	17,814259	0,004513
3	32,14646	0,750048	17,682499	0,004464
4	30,842286	0,749144	17,863073	0,004374
5	30,897799	0,759669	17,702997	0,00446
6	31,942095	0,673659	17,761933	0,004378
7	30,841375	0,688936	19,307465	0,004204
8	31,203262	0,749691	17,659355	0,004467
	Média da soma	0,723153375		

- 4 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,459254	0,602287	18,096281	0,004503
2	31,105163	0,601865	24,705649	0,004557
3	30,871987	0,60317	17,731238	0,004544

4	30,891652	0,600243	17,929236	0,004509
5	32,265691	0,602971	23,596422	0,004464
6	32,16035	0,599988	22,425608	0,004284
7	30,803561	0,603217	17,730522	0,004524
8	31,085036	0,601301	18,297682	0,004462
	Média da soma	0,60188025		

- 5 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	30,977773	0,619722	18,499624	0,004718
2	30,985371	0,617296	18,293597	0,004481
3	30,852511	0,630884	18,640364	0,004196
4	30,918279	0,604272	17,698602	0,00442
5	31,52735	0,619698	18,26341	0,004434
6	32,656814	0,599593	18,158391	0,004937
7	31,845056	0,607844	17,923739	0,004413
8	32,132284	0,636343	18,319815	0,004199
	Média da soma	0,6169565		

- 6 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,521831	0,599194	18,196985	0,00482
2	30,866527	0,602257	17,92201	0,005145
3	30,893117	0,604774	17,757328	0,005269
4	30,82028	0,611113	17,983167	0,005253
5	30,995329	0,632221	17,737085	0,005119
6	31,747312	0,613672	17,800974	0,005206
7	31,513859	0,599067	17,713427	0,005193
8	31,716639	0,601033	18,152703	0,005119
	Média da soma	0,607916375		

- 7 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,027737	0,603913	17,886096	0,00506

2	31,027271	0,607168	19,140519	0,005218
3	31,002824	0,604174	17,91473	0,005147
4	30,966222	0,609505	20,962836	0,005158
5	30,864276	0,608702	18,047995	0,005137
6	32,013918	0,613007	17,857754	0,005148
7	31,073127	0,618977	17,676302	0,005163
8	30,836181	0,600619	17,676602	0,00508
	Média da soma	0,608258125		

- 8 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,459534	0,601645	17,679911	0,005029
2	32,054354	0,601973	18,509065	0,00511
3	31,37616	0,604094	17,850428	0,005161
4	31,200325	0,6045	17,863003	0,005088
5	32,171109	0,605005	17,871447	0,005213
6	30,934099	0,599971	17,985997	0,005428
7	30,958467	0,597767	18,129621	0,005139
8	32,021418	0,598818	17,967995	0,004873
	Média da soma	0,601721625		

- 9 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	30,908156	0,598616	18,062756	0,004825
2	32,16474	0,602585	17,722284	0,005072
3	31,253243	0,604732	18,0603	0,005112
4	31,683123	0,609152	20,703661	0,005175
5	31,860068	0,604632	18,694662	0,005199
6	30,962764	0,603891	17,963593	0,0051668
7	31,611512	0,601663	17,837427	0,005129
8	32,107855	0,605889	18,961965	0,005076
	Média da soma	0,603895		

- 10 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,139823	0,600426	17,665015	0,005132
2	30,883237	0,619033	18,917084	0,005132
3	31,395738	0,600224	18,243837	0,004869
4	30,861741	0,600799	17,990726	0,004809
5	31,053947	0,598228	18,084666	0,005247
6	31,41444	0,601505	19,721573	0,005451
7	30,849464	0,609299	17,675438	0,005211
8	31,009008	0,606194	18,59805	0,005094
	Média da soma	0,6044635		

- OpenMP - Multiplicação

- 1 Thread

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,21847	21,704617	0,111676	0,001053
2	0,199489	15,269847	0,112578	0,000494
3	0,199507	14,449208	0,113718	0,001026
4	0,197864	20,202848	0,116415	0,001031
5	0,19754	19,400349	0,116253	0,001016
6	0,199085	18,802611	0,115023	0,001005
7	0,204914	19,180836	0,147661	0,001013
8	0,199862	19,464817	0,115795	0,001021
	Média da multiplicação	18,55939163		

- 2 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,198914	8,149224	0,120564	0,000309
2	0,202588	8,060497	0,119076	0,000306
3	0,206184	7,840045	0,119151	0,000317
4	0,199404	7,889756	0,120267	0,000318
5	0,198182	7,849775	0,118332	0,000311
6	0,198905	7,951722	0,121076	0,000316
7	0,197374	7,885035	0,119088	0,000314

8	0,21924	7,884436	0,120877	0,00031
	Média da multiplicação	7,93881125		

- 3 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,199292	11,002378	0,11958	0,000305
2	0,199061	10,969994	0,120858	0,000316
3	0,210471	9,832762	0,12012	0,000306
4	0,198902	10,304679	0,119829	0,000309
5	0,198191	10,445095	0,119384	0,000318
6	0,198567	10,850594	0,119176	0,000309
7	0,199729	9,926324	0,12081	0,000314
8	0,1984443	10,853438	0,119828	0,000308
	Média da multiplicação	10,523158		

- 4 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,201292	7,279238	0,119562	0,000306
2	0,198717	7,360179	0,119206	0,000309
3	0,229778	7,373272	0,121938	0,000325
4	0,198818	7,312181	0,119694	0,000311
5	0,201675	7,33806	0,123495	0,000307
6	0,198811	7,340871	0,119632	0,00032
7	0,203897	7,306546	0,120715	0,000315
8	0,199716	7,364343	0,123077	0,00031
	Média da multiplicação	7,33433625		

- 5 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,19883	8,545978	0,118435	0,000308
2	0,209853	8,347515	0,119801	0,000316
3	0,201282	8,355421	0,11836	0,000307
4	0,20466	8,221565	0,118932	0,000309
5	0,198706	8,552284	0,121034	0,000315

6	0,198044	8,379545	0,118411	0,000308
7	0,199975	8,472394	0,123075	0,000306
8	0,198748	9,196674	0,119331	0,000319
	Média da multiplicação	8,508922		

- 6 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,208265	8,772057	0,120045	0,000314
2	0,20471	8,810527	0,119783	0,000306
3	0,201505	8,975686	0,120118	0,000315
4	0,206842	8,626915	0,120039	0,000311
5	0,201956	8,64329	0,118855	0,00031
6	0,201241	8,629774	0,120198	0,000305
7	0,199646	8,650467	0,118769	0,000343
8	0,202034	9,032687	0,130799	0,000324
	Média da multiplicação	8,767675375		

- 7 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,197613	8,96811	0,118901	0,000308
2	0,200523	8,614794	0,119818	0,000308
3	0,199235	9,189814	0,119835	0,000307
4	0,198701	8,575415	0,118044	0,000307
5	0,199012	8,806492	0,118487	0,000307
6	0,197839	8,406477	0,118546	0,000307
7	0,205831	8,746075	0,119914	0,000313
8	0,198858	8,566132	0,120826	0,00032
	Média da multiplicação	8,734163625		

- 8 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,204142	7,785811	0,11854	0,000306
2	0,1993	8,255663	0,118574	0,000311
3	0,200852	7,912355	0,119261	0,00032

4	0,198204	8,189599	0,122226	0,000309
5	0,205816	8,345343	0,119511	0,000315
6	0,199522	7,980584	0,120919	0,000318
7	0,199634	8,065262	0,118771	0,000325
8	0,199498	8,257513	0,123121	0,000318
	Média da multiplicação	8,09901625		

- 9 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,197964	8,745322	0,120233	0,000312
2	0,200007	8,689962	0,121717	0,000331
3	0,199313	9,113285	0,12093	0,000311
4	0,199664	8,603627	0,120079	0,000315
5	0,206103	8,678204	0,12012	0,000307
6	0,201302	9,467213	0,121094	0,000314
7	0,200451	8,725226	0,120977	0,000316
8	0,203027	8,716686	0,12155	0,000319
	Média da multiplicação	8,842440625		

- 10 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,199679	8,656702	0,118682	0,000305
2	0,198472	8,69671	0,119479	0,000313
3	0,202529	8,174644	0,125163	0,000335
4	0,208813	8,936558	0,120392	0,00032
5	0,199708	8,583569	0,120253	0,000313
6	0,198793	8,175168	0,119879	0,000311
7	0,199995	8,705112	0,119592	0,000401
8	0,205969	9,511526	0,118732	0,000308
	Média da multiplicação	8,679998625		

- PThreads - Soma

- 1 Thread

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
-----------	--------------------------------------	----------	---------------------	--------------------------

1	31,82866	0,899515	17,820661	0,086725
2	33,094405	0,895709	24,837087	0,08667
3	32,780426	0,898815	18,300435	0,087162
4	32,095732	0,898058	23,575509	0,087485
5	31,75811	0,898933	17,821814	0,087245
6	32,209461	0,898028	18,762359	0,092057
7	31,846956	0,898053	17,898584	0,087639
8	33,031122	1,046067	19,38582	0,086425
	Média da soma	0,91664725		

- 2 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,784245	0,908621	18,08387	0,004422
2	31,982365	0,905145	22,061135	0,004424
3	31,686753	0,90661	21,271188	0,004161
4	32,946975	0,910961	17,829966	0,004466
5	31,818107	0,906056	18,226277	0,004345
6	32,302144	0,90955	24,110515	0,004533
7	31,683508	0,906039	18,307583	0,004226
8	32,208519	0,907043	22,54581	0,004565
	Média da soma	0,907503125		

- 3 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,670689	0,645767	18,487699	0,004259
2	32,474221	0,647899	18,635772	0,004224
3	32,450739	0,635606	18,301599	0,004227
4	31,777963	0,641994	18,112524	0,004754
5	31,821263	0,648871	20,805448	0,004424
6	34,469316	0,621534	22,952227	0,004472
7	32,385457	0,65129	18,412135	0,004499
8	32,888946	0,647004	23,973208	0,004239
	Média da soma	0,642495625		

- 4 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	33,702039	0,527986	21,903413	0,00417
2	31,883487	0,519074	22,897432	0,004237
3	31,748115	0,517503	25,838215	0,004499
4	31,805216	0,517674	22,817744	0,004192
5	31,728861	0,51767	21,049969	0,004238
6	31,677025	0,52042	23,17424	0,004158
7	31,658103	0,518932	23,745483	0,004468
8	31,644447	0,53616	20,290442	0,004487
	Média da soma	0,521927375		

- 5 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,694898	0,539364	23,033896	0,004243
2	31,710473	0,548624	20,853153	0,004517
3	31,674152	0,532512	20,567715	0,004402
4	31,74962	0,529317	24,464611	0,004478
5	31,745213	0,518801	23,142038	0,004512
6	31,638458	0,520887	21,150586	0,00442
7	31,919419	0,528652	20,598428	0,004521
8	31,709099	0,544357	24,631127	0,004175
	Média da soma	0,53281425		

- 6 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,684801	0,52291	20,150854	0,004437
2	31,703274	0,526415	17,799607	0,00442
3	31,644557	0,523739	17,918214	0,00442
4	31,717257	0,530947	17,957059	0,00426
5	31,689286	0,529586	18,660006	0,004522
6	31,710863	0,531086	17,80894	0,004341
7	31,702051	0,536795	18,255898	0,004484
8	31,678672	0,524672	17,94883	0,004364
	Média da soma	0,52826875		

- 7 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,754486	0,534581	17,770297	0,004327
2	31,654513	0,52753	21,232748	0,004452
3	31,679714	0,525202	21,777028	0,004492
4	32,032032	0,540006	23,295142	0,004221
5	31,690548	0,517827	22,726342	0,004493
6	31,667738	0,520564	24,416358	0,00436
7	31,712439	0,54083	23,143532	0,004449
8	31,64311	0,52105	24,285887	0,004438
	Média da soma	0,52844875		

- 8 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,667213	0,518358	24,005316	0,004179
2	31,813789	0,522409	24,259207	0,004369
3	31,64249	0,52405	23,322706	0,004182
4	31,684584	0,521969	23,152637	0,004441
5	31,755101	0,519822	21,690864	0,004538
6	31,963776	0,521938	23,512409	0,004337
7	31,73133	0,519736	22,518686	0,004336
8	31,691121	0,521726	24,215337	0,004136
	Média da soma	0,521251		

- 9 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,683393	0,520147	19,425503	0,004552
2	31,707497	0,52248	23,043878	0,004412
3	31,710169	0,52418	17,855849	0,004405
4	31,636543	0,522282	17,961278	0,004591
5	31,685107	0,522137	17,92919	0,004405
6	31,726686	0,525923	17,849953	0,004365
7	31,920558	0,521497	17,900399	0,004143
8	31,663655	0,523082	17,845222	0,004396

	Média da soma	0,522716		
--	----------------------	-----------------	--	--

- 10 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Soma (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	31,680591	0,52486	19,582836	0,004238
2	31,679933	0,523968	17,923421	0,004441
3	31,707595	0,519329	17,974801	0,004418
4	31,698156	0,519392	18,074102	0,004437
5	31,662235	0,519133	17,850159	0,004416
6	31,707465	0,537504	17,862177	0,004248
7	31,795802	0,521945	22,298624	0,004478
8	31,721446	0,525432	17,867198	0,004281
	Média da soma	0,523945375		

- Pthreads - Multiplicação

- 1 Thread

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,236774	13,369181	0,559218	0,000939
2	0,210427	12,868895	0,117091	0,000951
3	0,199407	13,087221	0,118264	0,000944
4	0,201576	12,809349	0,117111	0,001033
5	0,200026	13,180361	0,118086	0,000961
6	0,202483	13,141346	0,117537	0,000995
7	0,206892	13,05011	0,118284	0,000949
8	0,202618	13,508256	0,117752	0,001011
	Média da multiplicação	13,12683988		

- 2 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,340382	21,453984	0,202156	0,000394
2	0,340602	21,537185	0,221876	0,000403
3	0,341008	21,913484	0,203753	0,000411
4	0,343613	21,65712	0,204352	0,000393
5	0,339798	21,767064	0,203442	0,000391

6	0,340264	21,672994	0,204573	0,000414
7	0,340779	21,688103	0,203891	0,000386
8	0,342628	21,593967	0,203743	0,00039
	Média da multiplicação	21,66048763		

- 3 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,342639	10,885201	0,199947	0,000404
2	0,341269	11,227149	0,199191	0,000414
3	0,341291	10,750409	0,19964	0,000395
4	0,340143	10,784267	0,20007	0,000393
5	0,341829	10,87471	0,199362	0,000402
6	0,341057	10,846146	0,199233	0,000404
7	0,342248	11,087728	0,202224	0,00039
8	0,340329	11,172282	0,200044	0,000399
	Média da multiplicação	10,9534865		

- 4 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,342639	10,885201	0,199947	0,000404
2	0,341269	11,227149	0,199191	0,000414
3	0,341291	10,750409	0,19964	0,000395
4	0,340143	10,784267	0,20007	0,000393
5	0,341829	10,87471	0,199362	0,000402
6	0,341057	10,846146	0,199233	0,000404
7	0,342248	11,087728	0,202224	0,00039
8	0,340329	11,172282	0,200044	0,000399
	Média da multiplicação	10,9534865		

- 5 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,340283	11,534301	0,200931	0,000394
2	0,340285	11,248554	0,199555	0,000404
3	0,34056	11,414977	0,199063	0,000417

4	0,34048	11,523119	0,214557	0,000439
5	0,34191	11,271819	0,198975	0,000405
6	0,342792	11,325076	0,201575	0,00039
7	0,340942	11,366442	0,200131	0,000416
8	0,340133	11,467854	0,200365	0,000397
	Média da multiplicação	11,39401775		

- 6 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,340664	11,984458	0,199179	0,000395
2	0,343361	11,527323	0,199081	0,000402
3	0,34278	12,378352	0,19936	0,000391
4	0,341724	11,367681	0,199366	0,000404
5	0,342152	11,852797	0,200683	0,000402
6	0,341691	11,257499	0,199655	0,000401
7	0,340424	11,769664	0,20002	0,000394
8	0,340261	11,868188	0,201033	0,000412
	Média da multiplicação	11,75074525		

- 7 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,340931	11,426617	0,199806	0,0004
2	0,341104	11,550909	0,208784	0,000412
3	0,342807	11,198137	0,199184	0,000419
4	0,342391	11,320057	0,199198	0,000401
5	0,340481	11,277361	0,199394	0,000381
6	0,341157	12,162751	0,199705	0,000382
7	0,340916	11,696459	0,19941	0,0004
8	0,34257	11,538807	0,199075	0,000383
	Média da multiplicação	11,52138725		

- 8 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,340856	11,258165	0,200634	0,000394

2	0,341443	11,185229	0,199779	0,000389
3	0,341723	11,221494	0,198997	0,000401
4	0,340094	11,119083	0,203335	0,000391
5	0,345767	11,061124	0,199605	0,000425
6	0,343145	11,14711	0,1993	0,000396
7	0,347601	11,248088	0,201327	0,000392
8	0,341742	11,164794	0,199436	0,000394
	Média da multiplicação	11,17563588		

- 9 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,340157	11,558258	0,207498	0,000382
2	0,340549	11,965745	0,200918	0,000405
3	0,340957	11,445989	0,199701	0,000401
4	0,341504	11,226666	0,200141	0,000412
5	0,340087	11,621358	0,199759	0,000394
6	0,342973	11,557452	0,20088	0,000388
7	0,339984	11,935505	0,199653	0,000406
8	0,342202	11,228386	0,199133	0,000395
	Média da multiplicação	11,56741988		

- 10 Threads

Execuções	Ler do disco e alocar na memória (s)	Multiplicação (s)	Salvar no disco (s)	Desalocar da memória (s)
1	0,340953	11,863458	0,201836	0,000407
2	0,340797	11,944143	0,199129	0,000405
3	0,340888	11,542709	0,201836	0,000397
4	0,3429	11,386777	0,201487	0,000408
5	0,340388	11,28202	0,201589	0,000401
6	0,34172	11,281587	0,198883	0,0004
7	0,339556	11,824395	0,204702	0,000404
8	0,341771	12,503639	0,199567	0,000416
	Média da multiplicação	11,703591		

- Resultados finais

Algoritmo - Operação	Tempo Médio de 1 Thread	Tempo Médio de 2 Threads	Tempo Médio de 3 Threads	Tempo Médio de 4 Threads	Tempo Médio de 5 Threads
OpenMP - Soma	1,070793875	0,607030875	0,723153375	0,60188025	0,6169565
OpenMP - Multiplicação	18,55939163	7,93881125	10,523158	7,33433625	8,508922
PThreads - Soma	0,91664725	0,907503125	0,642495625	0,521927375	0,53281425
PThreads - Multiplicação	13,12683988	21,66048763	10,9534865	10,9534865	11,39401775

Tempo Médio de 6 Threads	Tempo Médio de 7 Threads	Tempo Médio de 8 Threads	Tempo Médio de 9 Threads	Tempo Médio de 10 Threads
0,607916375	0,608258125	0,601721625	0,603895	0,6044635
8,767675375	8,734163625	8,09901625	8,842440625	8,679998625
0,52826875	0,52844875	0,521251	0,522716	0,523945375
11,75074525	11,52138725	11,17563588	11,56741988	11,703591

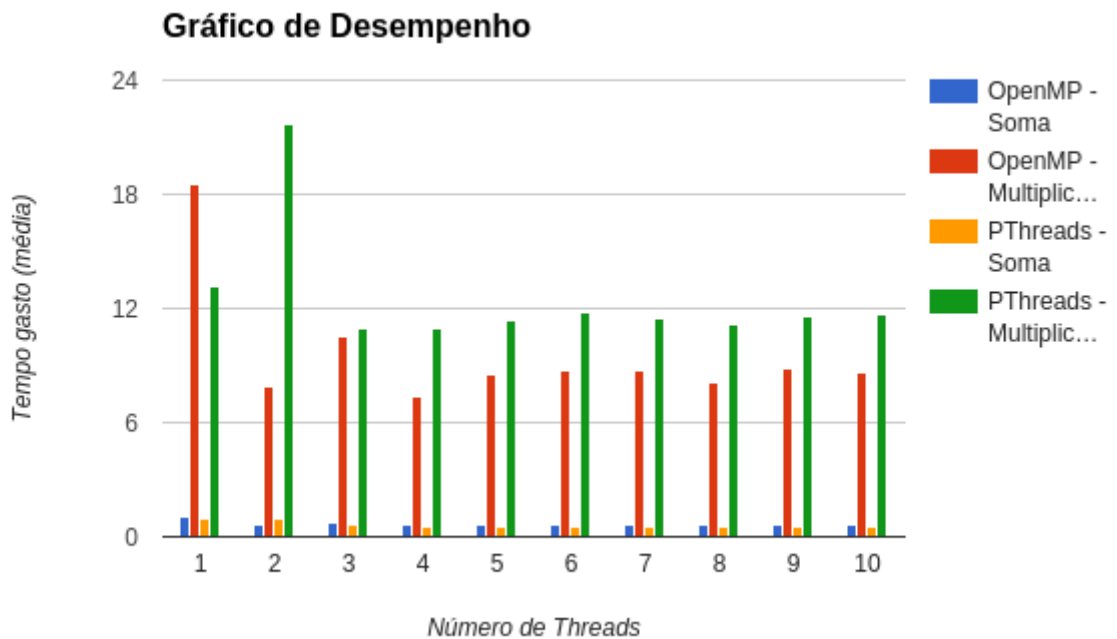
- Speedup

O speedup é a divisão do tempo médio de 1 thread pelo tempo médio de uma determinada quantidade de threads, ou seja, $\text{Speedup}(n) = T(1)/T(n)$.

Algoritmo - Operação	Speedup (2)	Speedup (3)	Speedup (4)	Speedup (5)
OpenMP - Soma	1,763985852	1,480728587	1,779081262	1,735606765
OpenMP - Multiplicação	2,337804873	1,763671288	2,530480059	2,181168381
PThreads - Soma	1,010076136	1,426698042	1,756273562	1,720388015
Pthreads - Multiplicação	0,6060269788	1,198416584	1,198416584	1,152081747

Speedup (6)	Speedup (7)	Speedup (8)	Speedup (9)	Speedup (10)
1,761416404	1,760426751	1,779550261	1,773145787	1,771478137
2,116797307	2,124919159	2,291561228	2,098899208	2,138179097
1,735191131	1,734600091	1,758552502	1,753623861	1,749509193
1,117107009	1,139345427	1,17459445	1,134811394	1,121607879

- Gráfico



5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na soma foram, em geral, mais rápidos utilizando PThreads, enquanto que na operação de multiplicação ocorreu o inverso, a biblioteca OpenMP tornou-se mais rápida para executar as tarefas. Notou-se apenas uma pequena diferença entre o desempenho das bibliotecas na soma das matrizes, porém essa diferença tornou-se significativa na operação de multiplicação.

Portanto, apesar de a biblioteca PThreads permitir que o programador tenha um maior controle na paralelização da forma como ele quiser, o OpenMP garante uma maior produtividade na programação, por necessitar de apenas algumas alterações no código fonte para que a execução seja alterada de sequencial para paralela. Além disso, a biblioteca OpenMP conseguiu ser bem mais rápida em algumas execuções. Por isso, ela possui o melhor custo benefício entre as duas bibliotecas comparadas.

REFERÊNCIA

DIOLINUX. **Aumentar o desempenho do processador no ubuntu**. Disponível em: <<http://www.diolinux.com.br/2013/09/aumentar-o-desempenho-do-processador-no-ubuntu.html>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

INTEL. **Intel core i5 4200u processor**. Disponível em: <http://ark.intel.com/pt-br/products/75459/intel-core-i5-4200u-processor-3m-cache-up-to-2_60-ghz>. Acesso em: 10 nov. 2015.