

Apêndices

A1. Multiplicação simples de matrizes

A1.1 Tempo de execução em C++ (em segundos)

Dimensão	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média	Intervalo de Confiança
600	0,204	0,195	0,197	0,1986666667	[0,19, 0,20]
1000	1,303	1,109	1,095	1,169	[1,04, 1,30]
1400	3,325	3,438	3,444	3,402333333	[3,33, 3,48]
1800	18,167	18,062	17,928	18,05233333	[17,92, 18,19]
2200	38,303	38,549	39,037	38,62966667	[38,21, 39,05]
2600	68,796	68,687	69,556	69,013	[68,48, 69,55]
3000	115,905	116,162	116,324	116,1303333	[115,89, 116,37]

Tabela 1 - Tempo de execução da multiplicação simples de matrizes em C++ (s)

A1.2 Cache misses na cache L1 em C++ (em unidades)

Dimensão	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média	Intervalo de Confiança
600	244811945	244690490	244685944	244729459,7	[244648584,61, 244810334,72]
1000	1216688695	1205651984	1205687078	1209342586	[1202143503,42, 1216541667,91]
1400	3403967145	3515853498	3515864545	3478561729	[3405460379,64, 3551663079,03]
1800	9090586353	9055309732	9055466731	9067120939	[9044125083,59, 9090116793,74]
2200	17642338073	17642065241	17642212494	17642205269	[17642050740,66, 17642359798,01]
2600	30895918248	30895410875	30895752970	30895694031	[30895401209,94, 30895986852,06]
3000	50316405931	50316185860	50316339439	50316310410	[50316182686,98, 50316438133,02]

Tabela 2 - Cache misses na cache L1 da multiplicação simples de matrizes em C++ (un)

A1.3 Cache misses na cache L2 em C++ (em unidades)

Dimensão	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média	Intervalo de Confiança
600	40789971	37678639	39344467	39271025,67	[37509185,59, 41032865,75]
1000	282013506	291841979	284928765	286261416,7	[280549240,61, 291973592,72]
1400	1318395651	1600696504	1539601666	1486231274	[1318162249,59, 1654300297,75]
1800	7222601097	8067677226	7185709764	7491996029	[6927452824,29, 8056539233,71]
2200	21852531740	23518816185	23174813071	22848720332	[21853260354,83, 23844180309,17]
2600	51610346516	51168944526	51923211633	51567500892	[51138681363,24, 51996320420,10]
3000	97124847256	97062955439	96216224084	96801342260	[96226868703,07, 97375815816,26]

Tabela 3 - Cache misses na cache L2 da multiplicação simples de matrizes em C++ (un)

A1.4 Tempo de execução em Java (em segundos)

Dimensão	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média	Intervalo de Confiança
600	0,232	0,255	0,252	0,2463333333	[0,23, 0,26]
1000	2,905	2,769	2,574	2,7493333333	[2,56, 2,94]
1400	6,046	6,83	6,592	6,4893333333	[6,03, 6,94]
1800	29,525	29,437	28,965	29,309	[28,97, 29,65]
2200	62,622	63,467	61,93	62,673	[61,80, 63,54]
2600	111,45	111,222	112,133	111,6016667	[111,07, 112,14]
3000	187,968	175,392	181,754	181,7046667	[174,59, 188,82]

Tabela 4 - Tempo de execução da multiplicação simples de matrizes em Java (s)

A1.5 Média de MFlops em C++ e Java (em MFlops)

Dimensão	C++	Java
600	2174,496644	1753,721245
1000	1710,863986	727,4490786
1400	1613,010679	845,6955003
1800	646,1214617	397,9664949
2200	551,2861445	339,7954462
2600	509,3533102	314,9773749
3000	464,9947903	297,1855428

Tabela 5 - Média de MFlops na execução da multiplicação simples de matrizes em C++ e Java (MFlops)

A2. Multiplicação de matrizes por linha

A2.1 Tempo de execução em C++ (em segundos)

Dimensão	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média	Intervalo de Confiança
600	0,105	0,105	0,114	0,108	[0,10, 0,11]
1000	0,482	0,462	0,469	0,471	[0,46, 0,48]
1400	1,716	1,479	1,697	1,630666667	[1,48, 1,78]
1800	3,497	3,227	3,488	3,404	[3,23, 3,58]
2200	6,279	6,05	6,29	6,206333333	[6,05, 6,36]
2600	10,413	10,11	10,34	10,28766667	[10,11, 10,47]
3000	15,588	15,748	15,743	15,693	[15,59, 15,80]
4096	41,345	42,584	41,374	41,76766667	[40,97, 42,57]
6144	138,958	138,963	138,684	138,8683333	[138,69, 139,05]
8192	337,187	328,996	335,339	333,8406667	[328,98, 338,70]
10240	645,369	646,354	641,739	644,4873333	[641,74, 647,24]

Tabela 6 - Tempo de execução da multiplicação de matrizes por linha em C++ (s)

A2.2 Cache misses na cache L1 em C++ (em unidades)

Dimensão	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média	Intervalo de Confiança
600	27114581	27110022	27112918	27112507	[27109896,29, 27115117,71]
1000	125750823	125838988	125839858	125809889,7	[125752003,30, 125867776,03]
1400	346168832	346443868	346453270	346355323,3	[346172487,78, 346538158,88]
1800	745355310	745561463	745554728	745490500,3	[745357961,45, 745623039,22]
2200	2071464800	2071563076	2071336570	2071454815	[2071326286,86, 2071583343,81]
2600	4412399701	4412430028	4412388173	4412405967	[4412381502,81, 4412430431,85]
3000	6780392891	6780420829	6780406969	6780406896	[6780391089,05, 6780422703,61]
4096	17551627359	17555617474	17562231269	17556492034	[17550431510,93, 17562552557,07]
6144	59199756257	59201462658	59200377291	59200532069	[59199554757,05, 59201509380,29]
8192	14037084812 9	14020704280 8	14037136820 7	14031641971 5	[140209231911,77, 140423607517,56]
10240	27368660955 1	27375741509 0	27375558287 4	27373320250 5	[273687530482,67, 273778874527,33]

Tabela 7 - Cache misses na cache L1 da multiplicação de matrizes por linha em C++ (un)

A2.3 Cache misses na cache L2 em C++ (em unidades)

Dimensão	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média	Intervalo de Confiança
600	56662365	56377242	56113963	56384523,33	[56074159,36, 56694887,31]
1000	259182015	259198160	258745936	259042037	[258751719,61, 259332354,39]
1400	671666696	693594733	673300739	679520722,7	[665697493,96, 693343951,38]
1800	1374075161	1406187057	1377545697	1385935972	[1365993366,27, 1405878577,07]
2200	2476146316	2482347239	2464712892	2474402149	[2464279411,74, 2484524886,26]
2600	4064380281	4078574136	4061329993	4068094803	[4057681240,03, 4078508366,64]
3000	6170776701	6194618928	6195831459	6187075696	[6171088248,17, 6203063143,83]
4096	16320390493	16370276517	16288408360	16326358457	[16279670276,57, 16373046636,77]
6144	54675023137	54678655688	54361973885	54571884237	[54366165604,83, 54777602868,50]
8192	13132365978 4	12910527717 4	13047094556 4	13029996084 1	[129033680412,02, 131566241269,31]
10240	25150917107 6	25398669443 4	25253999392 4	25267861981 1	[251270287215,25, 254086952407,42]

Tabela 8 - Cache misses na cache L2 da multiplicação de matrizes por linha em C++ (un)

A2.4 Tempo de execução em Java (em segundos)

Dimensão	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média	Intervalo de Confiança
600	0,114	0,198	0,2	0,1706666667	[0,12, 0,23]
1000	0,677	1,004	1,028	0,903	[0,68, 1,12]
1400	2,069	2,884	2,973	2,642	[2,08, 3,21]
1800	4,102	6,179	6,768	5,683	[4,10, 7,27]
2200	7,692	11,359	12,757	10,60266667	[7,64, 13,56]
2600	19,086	18,68	19,738	19,168	[18,56, 19,77]
3000	28,833	29,892	30,082	29,60233333	[28,84, 30,36]

Tabela 9 - Tempo de execução da multiplicação de matrizes por linha em Java (s)

A2.5 Média de MFlops em C++ e em Java (em MFlops)

Dimensão	C++	Java
600	4000	2531,25
1000	4246,284501	2214,839424
1400	3365,494685	2077,214232
1800	3426,556992	2052,437093
2200	3431,333584	2008,551308
2600	3416,906976	1833,889816
3000	3441,024661	1824,180526
4096	3290,558569	N/A
6144	3340,260928	N/A
8192	3293,522143	N/A
10240	3332,080457	N/A

Tabela 10 - Média de MFlops na execução da multiplicação de matrizes por linha em C++ e em Java (MFlops)

A3. Multiplicação de matrizes por bloco

A3.1 Tempo de execução em C++ (em segundos)

Tamanho do Bloco	Dimensão	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média	Intervalo de Confiança
128	4096	33,619	32,357	31,865	32,61366667	[31,59, 33,64]
	6144	108,413	107,844	107,238	107,8316667	[107,17, 108,50]
	8192	262,382	272,115	268,564	267,687	[262,11, 273,26]
	10240	500,891	500,945	493,091	498,309	[493,20, 503,42]
256	4096	28,269	27,666	29,515	28,48333333	[27,42, 29,55]
	6144	92,459	93,527	94,14	93,37533333	[92,41, 94,34]
	8192	402,346	414,387	429,422	415,385	[400,03, 430,74]
	10240	427,082	433,515	436,321	432,306	[426,95, 437,67]
512	4096	36,523	32,867	36,882	35,424	[32,91, 37,94]
	6144	93,194	92,249	92,898	92,78033333	[92,23, 93,33]
	8192	351,985	336,389	329,081	339,1516667	[325,91, 352,39]
	10240	444,16	441,328	424,812	436,7666667	[424,94, 448,59]

Tabela 11 - Tempo de execução da multiplicação de matrizes por bloco em C++ (s)

A3.2 Cache misses na cache L1 em C++ (em unidades)

Tamanho do Bloco	Dimensão	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média	Intervalo de Confiança
128	4096	9531796803	9631729352	9671937806	9611821320	[9530165647, 76, 9693476992, 91]
	6144	32590179008	32589974916	32466491801	32548881908	[32468141004, 17, 32629622812, 50]
	8192	75811163971	74193593264	74035025118	74679927451	[73567711632, 78, 75792143269, 22]
	10240	15089420234 3	15228058073 6	15105781374 8	151410865609	[15055354809, 0,55, 15226818312, 7,45]
256	4096	9075728341	9068164495	9035232814	9059708550	[9035343977, 59, 9084073122, 41]
	6144	30610334339	30582229736	30542048202	30578204092	[30539367392, 65, 30617040792, 02]
	8192	72523101079	72525326434	71960469779	72336299097	[71967990980, 75, 72704607213, 92]
	10240	14180432440 0	14139897287 5	14139232664 7	141531874641	[14126485230, 3,03, 14179889697, 8,30]
512	4096	8772534696	8777532832	8777819778	8775962435	[8772599391, 43, 8779325479, 24]
	6144	29645579198	29642342998	29643849082	29643923759	[29642091278, 56, 29645756240, 11]
	8192	70708160668	70525552631	70366764997	70533492765	[70340176865, 28, 70726808665, 38]
	10240	13709876044 1	13708607746 1	13684514333 1	137009993744	[13684828401, 1,54, 13717170347, 7,13]

Tabela 12 - Cache misses na cache L1 da multiplicação de matrizes por bloco em C++ (un)

A3.3 Cache misses na cache L2 em C++ (em unidades)

Tamanho do Bloco	Dimensão	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média	Intervalo de Confiança
128	4096	32351147045	32362935372	32369173550	32361085322	[32350726167,37,32371444477,29]
	6144	10965804058 2	10970605741 1	10941909130 3	109594396432	[10942046570,3,78,10976832716,0,22]
	8192	25764540558 0	25627124443 0	25615333857 1	256689996194	[25575133865,1,27,25762865373,6,06]
	10240	50759332491 3	50775583414 2	50586974174 8	507072966934	[50589024845,9,84,50825568540,8,83]
256	4096	22970030717	23014106943	23174274379	23052804013	[22931181097,21,23174426928,79]
	6144	77608832851	77849122940	77889111483	77782355758	[77610807881,83,77953903634,17]
	8192	16404039776 2	16286011638 7	16713393129 4	164678148481	[16218059291,0,61,16717570405,1,39]
	10240	35922863275 0	36260647585 1	36031795986 0	360717689487	[35876679700,8,53,36266858196,5,47]
512	4096	19090477245	19427697888	19102612723	19206929285	[18990471103,47,19423387467,19]
	6144	66838189805	66820332234	66328353422	66662291820	[66334882268,82,66989701371,84]
	8192	14819838808 1	13735150948 3	12983001143 5	138459969666	[12801065748,1,34,14890928185,1,33]
	10240	30795780766 8	30525404868 5	30528343738 9	306165097914	[30440819594,8,39,30792199987,9,61]

Tabela 13 - Cache misses na cache L2 da multiplicação de matrizes por bloco em C++ (un)

A3.4 Média de MFlops em C++ (em MFlops)

Tamanho do Bloco	Dimensão	C++
128	4096	4214,152149
	6144	4301,672063
	8192	4107,452464
	10240	4309,542168
256	4096	4825,241199
	6144	4967,655283
	8192	2646,969986
	10240	4967,508311
512	4096	3879,825922
	6144	4999,512842
	8192	3241,946704
	10240	4916,775505

Tabela 14 - Média de MFlops da execução da multiplicação de matrizes por bloco em C++ (MFlops)

A4. Multiplicação de matrizes em paralelo

A4.1 Tempo de execução em C++ (em segundos)

Algoritmo	Dimensão	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média	Intervalo de Confiança
Paralelo 1	4096	10,089	8,19	7,874	8,717666667	[7,36, 10,07]
	6144	30,495	27,417	26,973	28,295	[26,12, 30,47]
	8192	71,574	71,207	70,313	71,03133333	[70,30, 71,77]
	10240	147,304	156,083	147,828	150,405	[144,83, 155,98]
Paralelo 2	4096	33,198	39,14	40,784	37,70733333	[33,19, 42,22]
	6144	104,649	109,59	112,33	108,8563333	[104,45, 113,26]
	8192	247,083	248,215	248,13	247,8093333	[247,10, 248,52]
	10240	475,915	471,866	480,675	476,152	[471,16, 481,14]

Tabela 15 - Tempo de execução da multiplicação de matrizes em paralelo em C++ (s)

A4.2 Cache misses na cache L1 em C++ (em unidades)

Algoritmo	Dimensão	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média	Intervalo de Confiança
Paralelo 1	4096	219518940 6	220265129 0	220428848 8	2200709728	[2195221178 ,99, 2206198277, 01]
	6144	743753228 4	744881650 4	744237223 8	7442907009	[7436501004 ,97, 7449313012, 36]
	8192	174763312 82	1747621125 1	174764528 83	17476331805	[1747619509 0,71, 1747646851 9,96]
	10240	344887884 62	344014166 70	344144567 24	34434887285	[3438155233 0,54, 3448822224 0,13]
Paralelo 2	4096	122402376 8	122251863 3	122241495 7	1222985786	[1221966892 ,38, 1224004679, 62]
	6144	404374837 0	404768065 1	405897260 2	4050133874	[4041190907 ,20, 4059076841, 47]
	8192	917885052 7	918134662 0	916741997 7	9175872375	[9167469644 ,63, 9184275104, 71]
	10240	181625305 97	181303327 19	181944992 94	18162454203	[1812614913 5,68, 1819875927 0,99]

Tabela 16 - Cache misses na cache L1 da multiplicação de matrizes em paralelo em C++ (un)

A4.3 Cache misses na cache L2 em C++ (em unidades)

Algoritmo	Dimensão	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média	Intervalo de Confiança
Paralelo 1	4096	202299807 1	213923824 8	215053621 3	2104257511	[2024368572,33, 2184146449,01]
	6144	704570718 6	722294292 7	727487340 2	7181174505	[7045206393,99, 7317142616,01]
	8192	172084757 37	172214166 85	172463615 84	17225418002	[17203626755,67, 17247209248,33]
	10240	328343054 92	324926914 74	328634081 86	32730135051	[32496862745,58, 32963407355,76]
Paralelo 2	4096	233787695 5	234136137 0	243650493 3	2371914419	[2308586185,08, 2435242653,58]
	6144	7779421137	781303797 9	776388894 0	7785449352	[7757020604,39, 7813878099,61]
	8192	157121984 20	156953684 44	155138783 19	15640481728	[15516047786,72, 15764915668,61]
	10240	295267638 47	2894191161 9	291878514 50	29218842305	[28886546307,58, 29551138303,08]

Tabela 17 - Cache misses na cache L2 da multiplicação de matrizes em paralelo em C++ (un)

A4.4 Média de MFlops, *speedup* e eficiência em C++ (em MFlops)

Algoritmo	Dimensão	MFlops	Speedup	Eficiência
Paralelo 1	4096	15765,56649	4,791152067	0,5988940083
	6144	16393,58431	4,907875361	0,6134844201
	8192	15479,24805	4,699907083	0,5874883854
	10240	14278,00703	4,285012688	0,535626586
Paralelo 2	4096	3644,886586	1,107680204	0,1384600255
	6144	4261,180344	1,275702838	0,1594628547
	8192	4436,925813	1,347167446	0,1683959307
	10240	4510,080075	1,353532765	0,1691915957

Tabela 18 - Média de MFlops, *speedup* e eficiência da execução da multiplicação de matrizes em paralelo em C++ (MFlops)