

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - PIBIC

**DOCUMENTO DESTINADO AO REGISTROS DOS DADOS COLETADOS DURANTE OS
TESTE APLICADOS NO CONJUNTO DE IMAGENS SELECIONADAS**

**TAMANHO DAS IMAGENS SELECIONADAS PARA OS TESTES ORDENADAS POR
GRUPO:**

Grupo I		
(1.800.000 - 1.900.000 - pixels)		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Total Pixels
1	1181 x 1550	1.830.550
2	1178 x 1573	1.852.994
3	1570 x 1222	1.918.540
4	1200 x 1600	1.920.000
5	1409 x 1374	1.935.966
Grupo II		
(2.000.000 - 4.000.000 - pixels)		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Total Pixels
1	1044 x 1954	2.039.976
2	1264 x 1804	2.280.256
3	1410 x 1999	2.818.590
4	1874 x 1914	3.586.836
5	1525 x 2559	3.902.475
Grupo III		
(4.000.000 - 8.000.000 - pixels)		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Total Pixels

1	1722 x 2547	4.385.934
2	2546 x 2318	5.901.628
3	2255 x 3060	6.900.300
4	2363 x 3063	7.237.869
5	3074 x 2869	8.819.306
Grupo IV (9.000.000 - 12.200.000 - pixels)		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Total Pixels
1	2690 x 3471	9.336.990
2	2748 x 3707	10.186.836
3	2892 x 3871	11.194.932
4	2961 x 4004	11.855.844
5	3024 x 4032	12.192.768
Grupo V (12.200.000 - 19.000.000 - pixels)		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Total Pixels
1	3096 x 4128	12.780.288
2	3253 x 4879	15.871.387
3	4928 x 3264	16.084.992
4	3452 x 5472	18.889.344
5	3648 x 5472	19.961.856
Grupo VI (22.000.000 - 33.000.000 - pixels)		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Total Pixels

1	5790 x 3843	22.250.970
2	4000 x 6000	24.000.000
3	6324 x 4041	25.555.284
4	4534 x 6885	31.216.590
5	4744 x 7108	33.720.352

TÉCNICAS E CÓDIGOS A SEREM TESTADAS:

- **TRANSFORMADAS:**
 - EXPANSÃO DE CONTRASTE LINEAR.
 - LOGARITMO.
 - DENTE DE SERRA.
- **FILTRAGEM ESPACIAL:**
 - MEDIANA.
 - MÉDIA.
 - K - VIZINHOS MAIS PRÓXIMO.
- **DETECÇÃO DE BORDAS:**
 - SOBEL.
 - ROBERTS.

O QUE CALCULAR:

- MÉDIA.
- DESVIO PADRÃO (Calculado com os tempos de execução já disponíveis) .

ANÁLISE:

- ☐ COMPARAÇÃO DIRETA (MÉDIA) ENTRE PARALELO E TRADICIONAL. QUAL O GANHO EM PORCENTAGEM (%)?
- ☐ POR TIPO DE ALGORITMO HÁ ALGUMA DIFERENÇA?
- ☐ POR TAMANHO DA IMAGEM HÁ ALGUMA DIFERENÇA?

1. Testes nas máquinas do Instituto de Computação (ICOMP).

Configurações das máquinas:

- Arquitetura: x86_64
- Modo(s) operacional da CPU: 32-bit, 64-bit
- Address sizes: 46 bits physical, 48 bits virtual
- Ordem dos bytes: Little Endian
- CPU(s): 24
- Lista de CPU(s) on-line: 0-23
- ID de fornecedor: GenuineIntel
- Nome do modelo: 13th Gen Intel(R) Core(TM) i7-13700
- Família da CPU: 6
- Modelo: 183
- Thread(s) per núcleo: 2
- Núcleo(s) por soquete: 16
- Soquete(s): 1
- Step: 1
- CPU MHz máx.: 4100,0000
- CPU MHz mín.: 800,0000
-
- Thread(s) lógicas disponíveis = Núcleo(s) por soquet x Thread(s) per núcleo.
- Thread(s) lógicas disponíveis = $16 \times 2 = 32$.
- Uma tarefa pode ser dividida em até 32 partes que podem ser executadas simultaneamente utilizando a paralelização.

- ❖ Técnica: Transformada Radiométrica.
- ❖ Execução: Paralelo utilizando a linguagem Halide.

1. Transformada - Expansão de Contraste Linear.

Primeira execução - Expansão de Contraste Linear		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	49.0000
2	1178 x 1573	50.0000
3	1570 x 1222	50.0000
4	1200 x 1600	49.0000
5	1409 x 1374	50.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1044 x 1954	49.0000
2	1264 x 1804	49.0000
3	1410 x 1999	50.0000
4	1874 x 1914	54.0000
5	1525 x 2559	50.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1722 x 2547	50.0000
2	2546 x 2318	52.0000
3	2255 x 3060	54.0000
4	2363 x 3063	52.0000

5	3074 x 2869	53.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	2690 x 3471	52.0000
2	2748 x 3707	51.0000
3	2892 x 3871	51.0000
4	2961 x 4004	51.0000
5	3024 x 4032	52.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	3096 x 4128	51.0000
2	3253 x 4879	53.0000
3	4928 x 3264	56.0000
4	3452 x 5472	54.0000
5	3648 x 5472	54.0000
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	5790 x 3843	55.0000
2	4000 x 6000	55.0000
3	6324 x 4041	56.0000
4	4534 x 6885	58.0000
5	4744 x 7108	58.0000
Média	-	52.2667

Resumo da Operação Expansão de Contraste Linear	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	52.2667
Variância Halide	6.7289
Desvio Padrão Halide	2.5940

2. Transformada do Logaritmo.

Primeira execução - Logaritmo		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	69.0000
2	1178 x 1573	55.0000
3	1570 x 1222	68.0000
4	1200 x 1600	56.0000
5	1409 x 1374	63.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1044 x 1954	64.0000
2	1264 x 1804	55.0000
3	1410 x 1999	56.0000
4	1874 x 1914	53.0000
5	1525 x 2559	53.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)

1	1722 x 2547	54.0000
2	2546 x 2318	56.0000
3	2255 x 3060	54.0000
4	2363 x 3063	55.0000
5	3074 x 2869	55.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	2690 x 3471	58.0000
2	2748 x 3707	55.0000
3	2892 x 3871	55.0000
4	2961 x 4004	56.0000
5	3024 x 4032	56.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	3096 x 4128	56.0000
2	3253 x 4879	57.0000
3	4928 x 3264	58.0000
4	3452 x 5472	60.0000
5	3648 x 5472	58.0000
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	5790 x 3843	59.0000
2	4000 x 6000	60.0000

3	6324 x 4041	60.0000
4	4534 x 6885	62.0000
5	4744 x 7108	63.0000
Média	-	57.9667

Resumo da Operação Logaritmo	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	57.9667
Variância Halide	16.5656
Desvio Padrão Halide	4.0701

3. Transformada Dente de Serra.

Primeira execução - Dente de Serra		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	56.0000
2	1178 x 1573	50.0000
3	1570 x 1222	59.0000
4	1200 x 1600	53.0000
5	1409 x 1374	56.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	57.0000
7	1264 x 1804	54.0000
8	1410 x 1999	54.0000

9	1874 x 1914	52.0000
10	1525 x 2559	51.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	51.0000
12	2546 x 2318	52.0000
13	2255 x 3060	54.0000
14	2363 x 3063	53.0000
15	3074 x 2869	53.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	52.0000
17	2748 x 3707	52.0000
18	2892 x 3871	52.0000
19	2961 x 4004	55.0000
20	3024 x 4032	53.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	56.0000
22	3253 x 4879	55.0000
23	4928 x 3264	55.0000
24	3452 x 5472	56.0000
25	3648 x 5472	55.0000

Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	56.0000
27	4000 x 6000	56.0000
28	6324 x 4041	58.0000
29	4534 x 6885	62.0000
30	4744 x 7108	60.0000
Média	-	54.6000

Resumo da Operação Dente de Serra	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	54.6000
Variância Halide	7.5067
Desvio Padrão Halide	2.7398

- ❖ Técnica: Filtragens Espaciais.
- ❖ Execução: Paralelo utilizando a linguagem Halide.

1. Filtro da Mediana.

Primeira execução - Filtro da Mediana		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	179.0000
2	1178 x 1573	164.0000
3	1570 x 1222	180.0000
4	1200 x 1600	162.0000
5	1409 x 1374	176.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	177.0000
7	1264 x 1804	163.0000
8	1410 x 1999	160.0000
9	1874 x 1914	161.0000
10	1525 x 2559	161.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	161.0000
12	2546 x 2318	162.0000
13	2255 x 3060	162.0000
14	2363 x 3063	162.0000

15	3074 x 2869	170.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	164.0000
17	2748 x 3707	162.0000
18	2892 x 3871	163.0000
19	2961 x 4004	179.0000
20	3024 x 4032	173.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	166.0000
22	3253 x 4879	164.0000
23	4928 x 3264	167.0000
24	3452 x 5472	168.0000
25	3648 x 5472	166.0000
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	167.0000
27	4000 x 6000	168.0000
28	6324 x 4041	168.0000
29	4534 x 6885	170.0000
30	4744 x 7108	171.0000
Média	-	167.2000

Resumo da Operação Filtro da mediana	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	167.2000
Variância Halide	35.0933
Desvio Padrão Halide	5.9240

2. Filtro dos k vizinhos mais próximos.

Primeira execução - Filtro dos k vizinhos mais próximos		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	282.0000
2	1178 x 1573	260.0000
3	1570 x 1222	269.0000
4	1200 x 1600	254.0000
5	1409 x 1374	284.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	269.0000
7	1264 x 1804	248.0000
8	1410 x 1999	248.0000
9	1874 x 1914	264.0000
10	1525 x 2559	259.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)

11	1722 x 2547	248.0000
12	2546 x 2318	251.0000
13	2255 x 3060	249.0000
14	2363 x 3063	249.0000
15	3074 x 2869	250.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	250.0000
17	2748 x 3707	252.0000
18	2892 x 3871	251.0000
19	2961 x 4004	252.0000
20	3024 x 4032	251.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	268.0000
22	3253 x 4879	252.0000
23	4928 x 3264	255.0000
24	3452 x 5472	254.0000
25	3648 x 5472	254.0000
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	254.0000
27	4000 x 6000	258.0000

28	6324 x 4041	255.0000
29	4534 x 6885	257.0000
30	4744 x 7108	260.0000
Média	-	256.9000

Resumo da Operação Filtro dos k vizinhos mais próximos	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	256.9000
Variância Halide	84.3567
Desvio Padrão Halide	9.1846

3. Filtro da média.

Primeira execução - Filtro da média		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	116.0000
2	1178 x 1573	104.0000
3	1570 x 1222	118.0000
4	1200 x 1600	105.0000
5	1409 x 1374	118.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	119.0000
7	1264 x 1804	104.0000
8	1410 x 1999	103.0000
9	1874 x 1914	103.0000

10	1525 x 2559	103.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	104.0000
12	2546 x 2318	103.0000
13	2255 x 3060	103.0000
14	2363 x 3063	110.0000
15	3074 x 2869	105.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	104.0000
17	2748 x 3707	111.0000
18	2892 x 3871	105.0000
19	2961 x 4004	106.0000
20	3024 x 4032	106.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	106.0000
22	3253 x 4879	114.0000
23	4928 x 3264	109.0000
24	3452 x 5472	110.0000
25	3648 x 5472	108.0000
Grupo VI		

Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
26	5790 x 3843	110.0000
27	4000 x 6000	109.0000
28	6324 x 4041	110.0000
29	4534 x 6885	113.0000
30	4744 x 7108	114.0000
Média	-	108.4333

Resumo da Operação Filtro da média	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	108.4333
Variância Halide	24.3789
Desvio Padrão Halide	4.9375

- ❖ Técnica: Detecção de bordas.
- ❖ Execução: Paralelo utilizando a linguagem Halide.

1. Operador Sobel.

Primeira execução - Operador Sobel		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	214.0000
2	1178 x 1573	213.0000
3	1570 x 1222	216.0000
4	1200 x 1600	213.0000
5	1409 x 1374	226.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	213.0000
7	1264 x 1804	215.0000
8	1410 x 1999	219.0000
9	1874 x 1914	225.0000
10	1525 x 2559	228.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	227.0000
12	2546 x 2318	236.0000
13	2255 x 3060	248.0000
14	2363 x 3063	256.0000

15	3074 x 2869	250.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	262.0000
17	2748 x 3707	269.0000
18	2892 x 3871	259.0000
19	2961 x 4004	265.0000
20	3024 x 4032	265.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	268.0000
22	3253 x 4879	281.0000
23	4928 x 3264	285.0000
24	3452 x 5472	296.0000
25	3648 x 5472	301.0000
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	307.0000
27	4000 x 6000	316.0000
28	6324 x 4041	323.0000
29	4534 x 6885	349.0000
30	4744 x 7108	360.0000
Média	-	260.1667

Resumo da Operação Operador Sobel	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	260.1667
Variância Halide	1706.4056
Desvio Padrão Halide	41.3087

2. Operador Roberts.

Primeira execução - Operador Roberts		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	186.0000
2	1178 x 1573	187.0000
3	1570 x 1222	191.0000
4	1200 x 1600	187.0000
5	1409 x 1374	189.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	198.0000
7	1264 x 1804	189.0000
8	1410 x 1999	192.0000
9	1874 x 1914	208.0000
10	1525 x 2559	199.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
11	1722 x 2547	201.0000

12	2546 x 2318	208.0000
13	2255 x 3060	214.0000
14	2363 x 3063	214.0000
15	3074 x 2869	225.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	236.0000
17	2748 x 3707	230.0000
18	2892 x 3871	233.0000
19	2961 x 4004	247.0000
20	3024 x 4032	238.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	241.0000
22	3253 x 4879	255.0000
23	4928 x 3264	272.0000
24	3452 x 5472	291.0000
25	3648 x 5472	283.0000
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	284.0000
27	4000 x 6000	289.0000
28	6324 x 4041	295.0000

29	4534 x 6885	320.0000
30	4744 x 7108	344.0000
Média	-	234.8667

Resumo da Operação Operador Roberts	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	234.8667
Variância Halide	1891.2489
Desvio Padrão Halide	43.4885

- ❖ Técnica: Transformadas radiométricas.
- ❖ Execução: Tradicional utilizando a linguagem Python.

1. Expansão de contraste linear.

Primeira execução - Expansão de contraste linear		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	1720.5534
2	1178 x 1573	1664.6447
3	1570 x 1222	2649.5264
4	1200 x 1600	2088.6791
5	1409 x 1374	2708.8637
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	1745.5778
7	1264 x 1804	1684.4323
8	1410 x 1999	1832.3116
9	1874 x 1914	3850.8520
10	1525 x 2559	4842.4492
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	4594.6093
12	2546 x 2318	8927.8495
13	2255 x 3060	8158.5274
14	2363 x 3063	4799.5238

15	3074 x 2869	5777.0052
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	11607.1947
17	2748 x 3707	14109.0775
18	2892 x 3871	15580.7724
19	2961 x 4004	8291.9347
20	3024 x 4032	14310.6101
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	9740.8659
22	3253 x 4879	9313.0810
23	4928 x 3264	17519.8982
24	3452 x 5472	23377.6562
25	3648 x 5472	27625.2515
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	13471.1006
27	4000 x 6000	15873.1606
28	6324 x 4041	15773.2463
29	4534 x 6885	20864.1498
30	4744 x 7108	41721.6883
Média	-	10540.8364

Resumo da Operação Expansão de contraste Linear	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	10540.8364
Variância Python	82301838.0983
Desvio Padrão Python	9072.0361

2. Transformada do Logaritmo.

Primeira execução - Logaritmo		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	1265.4505
2	1178 x 1573	1300.0298
3	1570 x 1222	1331.5105
4	1200 x 1600	1336.0021
5	1409 x 1374	1347.0817
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	1395.8449
7	1264 x 1804	1575.0279
8	1410 x 1999	1937.4411
9	1874 x 1914	2461.9975
10	1525 x 2559	2713.8381
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
11	1722 x 2547	3038.1052

12	2546 x 2318	4067.2915
13	2255 x 3060	4737.2489
14	2363 x 3063	5021.6708
15	3074 x 2869	6045.6808
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	6477.6649
17	2748 x 3707	7180.2373
18	2892 x 3871	7778.6872
19	2961 x 4004	8158.8993
20	3024 x 4032	8532.5444
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	8781.2076
22	3253 x 4879	10877.6386
23	4928 x 3264	11101.0513
24	3452 x 5472	13041.8584
25	3648 x 5472	13948.8440
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	15302.3467
27	4000 x 6000	16470.8478
28	6324 x 4041	17601.1276

29	4534 x 6885	21466.4307
30	4744 x 7108	23194.8705
Média	-	7649.6159

Resumo da Operação Transformada do Logaritmo	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	7649.6159
Variância Python	39184612.4130
Desvio Padrão Python	6259.7614

3. Transformada dente de serra.

Primeira execução - Dente de serra.		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	3803.2627
2	1178 x 1573	3954.7310
3	1570 x 1222	4837.2526
4	1200 x 1600	4499.8410
5	1409 x 1374	5475.3966
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	4038.0406
7	1264 x 1804	3593.1365
8	1410 x 1999	4129.5304
9	1874 x 1914	8524.0247

10	1525 x 2559	11830.3475
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	9878.5753
12	2546 x 2318	18076.0486
13	2255 x 3060	20185.6580
14	2363 x 3063	10378.2141
15	3074 x 2869	12700.9320
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	24278.6112
17	2748 x 3707	27083.2496
18	2892 x 3871	30830.8861
19	2961 x 4004	18771.3242
20	3024 x 4032	30332.5601
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	21550.5533
22	3253 x 4879	20486.0187
23	4928 x 3264	36418.2878
24	3452 x 5472	52521.9414
25	3648 x 5472	60067.9386
Grupo VI		

Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
26	5790 x 3843	29188.9291
27	4000 x 6000	36153.9097
28	6324 x 4041	33640.4881
29	4534 x 6885	47701.5343
30	4744 x 7108	98446.3739
Média	-	23112.5866

Resumo da Operação Transformada dente de serra	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	23112.5866
Variância Python	427287200.5021
Desvio Padrão Python	20670.9265

- ❖ Técnica: Filtragens Espaciais.
- ❖ Execução: Tradicional utilizando a linguagem Python.

1. Filtro da Média.

Primeira execução - Filtro da Média.		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	14718.7600
2	1178 x 1573	14873.8692
3	1570 x 1222	15425.6558
4	1200 x 1600	15408.2453
5	1409 x 1374	15546.6001
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	16372.9799
7	1264 x 1804	18317.5457
8	1410 x 1999	22651.4301
9	1874 x 1914	28780.0035
10	1525 x 2559	31353.9577
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	35263.0002
12	2546 x 2318	47462.3327
13	2255 x 3060	55492.2364
14	2363 x 3063	58150.7392

15	3074 x 2869	71145.4015
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	74880.2724
17	2748 x 3707	81812.5141
18	2892 x 3871	89805.2547
19	2961 x 4004	96178.3395
20	3024 x 4032	98240.2871
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	102832.5145
22	3253 x 4879	127714.2255
23	4928 x 3264	129093.6189
24	3452 x 5472	152010.9181
25	3648 x 5472	160595.5415
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	178848.7098
27	4000 x 6000	193230.8717
28	6324 x 4041	205759.5236
29	4534 x 6885	251657.6672
30	4744 x 7108	271129.5955
Média	-	89158.4204

Resumo da Operação Filtro da Média	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	89158.4204
Variância Python	5361515074.9448
Desvio Padrão Python	73222.3673

2. Filtro da Mediana.

Primeira execução - Filtro da Mediana.		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	32519.3312
2	1178 x 1573	33012.3816
3	1570 x 1222	33866.1108
4	1200 x 1600	34052.3546
5	1409 x 1374	34242.7845
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	36234.9038
7	1264 x 1804	41244.2155
8	1410 x 1999	50126.8988
9	1874 x 1914	63460.1567
10	1525 x 2559	69220.8662
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)

11	1722 x 2547	77498.4043
12	2546 x 2318	104859.3693
13	2255 x 3060	122685.6205
14	2363 x 3063	128288.0449
15	3074 x 2869	157749.8744
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	166043.5185
17	2748 x 3707	181001.5576
18	2892 x 3871	198680.3243
19	2961 x 4004	209849.3574
20	3024 x 4032	217124.1157
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	228486.1000
22	3253 x 4879	280006.5577
23	4928 x 3264	285387.5380
24	3452 x 5472	335854.3136
25	3648 x 5472	355231.6184
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	393423.5365
27	4000 x 6000	428312.6261

28	6324 x 4041	456509.1100
29	4534 x 6885	556441.9549
30	4744 x 7108	599583.8740
Média	-	197033.2473

Resumo da Operação Filtro da Mediana	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	197033.2473
Variância Python	26216550372.9648
Desvio Padrão Python	161915.2568

3. Filtro dos k vizinhos mais próximos.

Primeira execução - Filtro dos k vizinhos mais próximos		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	28806.6990
2	1178 x 1573	29298.8958
3	1570 x 1222	30039.5050
4	1200 x 1600	30321.1970
5	1409 x 1374	30434.2473
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	32241.2207
7	1264 x 1804	35859.0806
8	1410 x 1999	44527.3623
9	1874 x 1914	56478.3168

10	1525 x 2559	61331.4042
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	69204.1407
12	2546 x 2318	93037.4920
13	2255 x 3060	109159.4150
14	2363 x 3063	113871.3315
15	3074 x 2869	139463.5046
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	147843.3499
17	2748 x 3707	161205.4746
18	2892 x 3871	176644.8174
19	2961 x 4004	186803.2281
20	3024 x 4032	192457.8857
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	202802.4607
22	3253 x 4879	250178.1197
23	4928 x 3264	254409.4429
24	3452 x 5472	298689.8375
25	3648 x 5472	315939.6386
Grupo VI		

Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
26	5790 x 3843	349113.6148
27	4000 x 6000	379480.2682
28	6324 x 4041	404564.1494
29	4534 x 6885	493939.1515
30	4744 x 7108	531894.5975
Média	-	175001.3283

Resumo da Operação Filtro dos k vizinhos mais próximos	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	175001.3283
Variância Python	20653806699.6028
Desvio Padrão Python	143714.3232

- ❖ Técnica: Detecção de bordas.
- ❖ Execução: Tradicional utilizando a linguagem Python.

1. Operador Sobel

Primeira execução - Operador Sobel		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	27008.9889
2	1178 x 1573	27253.9797
3	1570 x 1222	28507.5974
4	1200 x 1600	28731.4007
5	1409 x 1374	28637.6905
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	30188.1573
7	1264 x 1804	33775.3854
8	1410 x 1999	41935.0724
9	1874 x 1914	52713.2916
10	1525 x 2559	57636.4517
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	64645.3850
12	2546 x 2318	87198.0119
13	2255 x 3060	102352.5658
14	2363 x 3063	107528.6300

15	3074 x 2869	130150.4407
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	137406.9259
17	2748 x 3707	150998.9173
18	2892 x 3871	165497.7753
19	2961 x 4004	175591.5027
20	3024 x 4032	181283.7973
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	191215.5018
22	3253 x 4879	234114.0320
23	4928 x 3264	237444.5167
24	3452 x 5472	279121.0482
25	3648 x 5472	294366.1785
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	328983.3324
27	4000 x 6000	354910.6245
28	6324 x 4041	378055.6514
29	4534 x 6885	462564.3215
30	4744 x 7108	499260.4957
Média	-	163969.2557

Resumo da Operação Operador Sobel	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	163969.2557
Variância Python	18114953881.6274
Desvio Padrão Python	134591.8047

2. Operador Roberts

Primeira execução - Operador Roberts		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	26536.7644
2	1178 x 1573	27056.9324
3	1570 x 1222	27876.8036
4	1200 x 1600	28157.3093
5	1409 x 1374	28132.0612
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	29614.5399
7	1264 x 1804	33296.0508
8	1410 x 1999	40905.6745
9	1874 x 1914	52115.9465
10	1525 x 2559	56730.0122
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)

11	1722 x 2547	63779.7155
12	2546 x 2318	85627.3162
13	2255 x 3060	100382.4558
14	2363 x 3063	104912.2579
15	3074 x 2869	127971.9522
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	135216.1748
17	2748 x 3707	147833.6623
18	2892 x 3871	162438.7841
19	2961 x 4004	172570.1516
20	3024 x 4032	177213.5506
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	187095.2940
22	3253 x 4879	230318.3432
23	4928 x 3264	233623.7121
24	3452 x 5472	274208.9231
25	3648 x 5472	290295.6207
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	322316.1678
27	4000 x 6000	349042.0659

28	6324 x 4041	371344.6736
29	4534 x 6885	454089.6544
30	4744 x 7108	489684.5465
Média	-	161012.9039

Resumo da Operação Operador Roberts	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	161012.9039
Variância Python	17463416170.8315
Desvio Padrão Python	132149.2193

- ❖ Técnica: Transformadas Radiométricas.
- ❖ Execução: Tradicional utilizando a linguagem C.

1. Expansão de contraste linear.

Primeira execução - Expansão de contraste linear		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	67.4750
2	1178 x 1573	69.4030
3	1570 x 1222	69.7120
4	1200 x 1600	69.7230
5	1409 x 1374	70.5570
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	67.4790
7	1264 x 1804	69.9420
8	1410 x 1999	72.1100
9	1874 x 1914	74.2460
10	1525 x 2559	78.9720
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	72.1070
12	2546 x 2318	104.0560
13	2255 x 3060	101.0170
14	2363 x 3063	91.6320

15	3074 x 2869	102.2620
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	109.2590
17	2748 x 3707	124.5700
18	2892 x 3871	133.6580
19	2961 x 4004	109.9120
20	3024 x 4032	130.6290
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	123.0830
22	3253 x 4879	112.2920
23	4928 x 3264	148.6620
24	3452 x 5472	156.2360
25	3648 x 5472	158.9530
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	131.2680
27	4000 x 6000	132.2400
28	6324 x 4041	135.3800
29	4534 x 6885	154.7280
30	4744 x 7108	212.2480
Média	-	108.4604

Resumo da Operação Expansão de contraste Linear	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	108.4604
Variância	1289.1612
Desvio Padrão	35.9049

2. Logaritmo

Primeira execução - Logaritmo		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	72.4360
2	1178 x 1573	72.5160
3	1570 x 1222	77.2840
4	1200 x 1600	76.3240
5	1409 x 1374	73.0820
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	75.0180
7	1264 x 1804	77.9060
8	1410 x 1999	85.3770
9	1874 x 1914	87.5880
10	1525 x 2559	94.9310
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)

11	1722 x 2547	97.3100
12	2546 x 2318	116.1780
13	2255 x 3060	127.3670
14	2363 x 3063	135.2720
15	3074 x 2869	145.3780
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	155.3550
17	2748 x 3707	168.5180
18	2892 x 3871	180.0030
19	2961 x 4004	189.9810
20	3024 x 4032	163.4090
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	189.1660
22	3253 x 4879	184.5390
23	4928 x 3264	199.2990
24	3452 x 5472	208.7420
25	3648 x 5472	214.7610
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	238.0240
27	4000 x 6000	244.5870

28	6324 x 4041	266.2140
29	4534 x 6885	299.2970
30	4744 x 7108	319.8810
Média	-	154.5248

Resumo da Operação Logaritmo	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	154.5248
Variância	5061.1384
Desvio Padrão	71.1417

3. Dente de serra

Primeira execução - Dente de serra		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	69.0680
2	1178 x 1573	69.6220
3	1570 x 1222	68.1350
4	1200 x 1600	69.6950
5	1409 x 1374	68.7620
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	69.1580
7	1264 x 1804	74.2980
8	1410 x 1999	78.6320
9	1874 x 1914	77.2260

10	1525 x 2559	80.0440
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	79.0780
12	2546 x 2318	93.5040
13	2255 x 3060	107.6300
14	2363 x 3063	102.0260
15	3074 x 2869	123.3050
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	133.9780
17	2748 x 3707	129.1480
18	2892 x 3871	133.9720
19	2961 x 4004	130.4590
20	3024 x 4032	138.2500
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	151.1680
22	3253 x 4879	153.1410
23	4928 x 3264	156.9710
24	3452 x 5472	163.8330
25	3648 x 5472	169.2120
Grupo VI		

Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
26	5790 x 3843	166.2110
27	4000 x 6000	177.1970
28	6324 x 4041	179.0330
29	4534 x 6885	207.2700
30	4744 x 7108	232.8600
Média	-	121.7629

Resumo da Operação Dente de serra	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	121.7629
Variância	2116.7042
Desvio Padrão	46.0077

- ❖ Técnica: Filtragens Espaciais.
- ❖ Execução: Tradicional utilizando a linguagem C.

1. Filtro da média

Primeira execução - Filtro da média		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	202.3240
2	1178 x 1573	201.8630
3	1570 x 1222	219.8040
4	1200 x 1600	212.9080
5	1409 x 1374	206.2280
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	219.2400
7	1264 x 1804	242.4220
8	1410 x 1999	297.6270
9	1874 x 1914	382.1650
10	1525 x 2559	421.6150
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	461.4980
12	2546 x 2318	624.3570
13	2255 x 3060	734.2410
14	2363 x 3063	765.2830

15	3074 x 2869	977.0460
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	980.1910
17	2748 x 3707	1072.3300
18	2892 x 3871	1174.9750
19	2961 x 4004	1244.0500
20	3024 x 4032	1285.6740
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	1345.3580
22	3253 x 4879	1677.8910
23	4928 x 3264	1684.7870
24	3452 x 5472	2000.1620
25	3648 x 5472	2094.5050
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	2427.1130
27	4000 x 6000	2532.6080
28	6324 x 4041	2696.2330
29	4534 x 6885	3305.6110
30	4744 x 7108	3562.8430
Média	-	1175.0984

Resumo da Operação Filtro da média	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	1175.0984
Variância	924413.8341
Desvio Padrão	961.4644

2. Filtro da mediana

Primeira execução - Filtro da mediana		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	3405.6780
2	1178 x 1573	3458.4280
3	1570 x 1222	3485.7800
4	1200 x 1600	3514.8830
5	1409 x 1374	3483.9080
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	3832.4850
7	1264 x 1804	4139.5800
8	1410 x 1999	5486.8400
9	1874 x 1914	6508.0120
10	1525 x 2559	6972.1050
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)

11	1722 x 2547	7861.0690
12	2546 x 2318	11083.0240
13	2255 x 3060	13181.4660
14	2363 x 3063	12987.0430
15	3074 x 2869	17116.0110
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	17565.7000
17	2748 x 3707	18565.0760
18	2892 x 3871	20611.6620
19	2961 x 4004	21281.1140
20	3024 x 4032	22740.9940
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	24331.1470
22	3253 x 4879	27352.8550
23	4928 x 3264	29517.5310
24	3452 x 5472	35525.0860
25	3648 x 5472	37931.5100
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	39069.1230
27	4000 x 6000	45282.8270

28	6324 x 4041	48711.6540
29	4534 x 6885	58107.5500
30	4744 x 7108	61440.1340
Média	-	20485.0092

Resumo da Operação Filtro da mediana	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	20485.0092
Variância	283518591.2077
Desvio Padrão	16838.0103

3. Filtro dos k vizinhos mais próximos

Primeira execução - Filtro dos k vizinhos mais próximos		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	7150.7980
2	1178 x 1573	7368.7210
3	1570 x 1222	7304.3850
4	1200 x 1600	7624.9850
5	1409 x 1374	7289.7150
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	8112.7190
7	1264 x 1804	8544.0870
8	1410 x 1999	11338.1350
9	1874 x 1914	13583.0070

10	1525 x 2559	14751.0720
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	16416.7390
12	2546 x 2318	23262.0320
13	2255 x 3060	27507.8560
14	2363 x 3063	27530.7950
15	3074 x 2869	35546.5140
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	37286.4860
17	2748 x 3707	39390.8860
18	2892 x 3871	43219.2110
19	2961 x 4004	44640.0390
20	3024 x 4032	48418.3380
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	49442.5410
22	3253 x 4879	56145.1890
23	4928 x 3264	60912.6930
24	3452 x 5472	75393.0730
25	3648 x 5472	76722.7140
Grupo VI		

Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
26	5790 x 3843	80872.6140
27	4000 x 6000	95649.7520
28	6324 x 4041	102136.2220
29	4534 x 6885	122453.8200
30	4744 x 7108	129685.4990
Média	-	42856.6879

Resumo da Operação Filtro dos k vizinhos mais próximos	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	42856.6879
Variância	1246212900.2682
Desvio Padrão	35301.7408

- ❖ Técnica: Detecção de bordas.
- ❖ Execução: Tradicional utilizando a linguagem C.

1. Operador Sobel

Primeira execução - Operador Sobel		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	240.4280
2	1178 x 1573	228.3950
3	1570 x 1222	250.4890
4	1200 x 1600	237.7880
5	1409 x 1374	254.5070
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	261.3470
7	1264 x 1804	288.1420
8	1410 x 1999	349.7120
9	1874 x 1914	442.2690
10	1525 x 2559	499.0290
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	544.0730
12	2546 x 2318	744.0330
13	2255 x 3060	838.4480
14	2363 x 3063	895.5450

15	3074 x 2869	1088.0430
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	1152.0440
17	2748 x 3707	1246.9940
18	2892 x 3871	1360.0640
19	2961 x 4004	1449.2870
20	3024 x 4032	1485.7230
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	1573.4260
22	3253 x 4879	1935.7540
23	4928 x 3264	1959.8490
24	3452 x 5472	2331.5570
25	3648 x 5472	2442.3930
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	2768.4750
27	4000 x 6000	2963.8550
28	6324 x 4041	3202.1620
29	4534 x 6885	3882.5920
30	4744 x 7108	4111.2410
Média	-	1367.5888

Resumo da Operação Operador Sobel	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	1367.5888
Variância	1254211.5636
Desvio Padrão	1119.9159

2. Operador Roberts

Primeira execução - Operador Roberts		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	176.5840
2	1178 x 1573	180.5550
3	1570 x 1222	186.6360
4	1200 x 1600	184.0160
5	1409 x 1374	190.4730
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	197.8420
7	1264 x 1804	217.7150
8	1410 x 1999	266.6050
9	1874 x 1914	342.6920
10	1525 x 2559	373.5890
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)

11	1722 x 2547	414.7290
12	2546 x 2318	556.8340
13	2255 x 3060	653.1930
14	2363 x 3063	690.8990
15	3074 x 2869	839.4670
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	877.8810
17	2748 x 3707	960.6030
18	2892 x 3871	1056.4350
19	2961 x 4004	1122.5140
20	3024 x 4032	1140.8640
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	1205.4050
22	3253 x 4879	1495.3140
23	4928 x 3264	1518.4950
24	3452 x 5472	1785.7060
25	3648 x 5472	1898.6590
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	2099.0030
27	4000 x 6000	2285.7820

28	6324 x 4041	2410.6480
29	4534 x 6885	2953.9190
30	4744 x 7108	3169.5910
Média	-	1048.4216

Resumo da Operação Operador Roberts	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	1048.4216
Variância	735728.0289
Desvio Padrão	857.7459

Máquinas do Icomp - Instituto de Computação

Tabela comparativa para analisar o ganho de desempenho:

Halide x Python		
Transformadas Radiométricas		
Técnica	Média geral em milissegundos	Ganho em desempenho
Expansão de contraste linear (Halide)	52.2667	Halide foi 200 vezes mais rápido que Python.
Expansão de contraste linear (Python)	10540.8364	
Logaritmo (Halide)	57.9667	Halide foi 131 vezes mais rápido que Python.
Logaritmo (Python)	7649.6159	
Dente de serra (Halide)	54.6000	Halide foi 423 vezes mais rápido que Python.
Dente de serra (Python)	23112.5866	
Filtragens Espaciais		
Técnica	Média geral	Ganho em desempenho
Média (Halide)	108.4333	Halide foi 822 vezes mais rápido que Python.
Média (Python)	89158.4204	
Mediana (Halide)	167.2000	Halide foi 1178 vezes mais rápido que Python.
Mediana (Python)	197033.2473	
K vizinhos mais próximos (Halide)	256.9000	Halide foi 681 vezes mais rápido que Python.
K vizinhos mais próximos (Python)	175001.3283	
Detecção de bordas		
Técnica	Média geral	Ganho em desempenho
Sobel (Halide)	260.1667	Halide foi 630 vezes mais rápido que Python.
Sobel (Python)	163969.2557	
Roberts (Halide)	234.8667	Halide foi 685 vezes mais rápido que Python.
Roberts (Python)	161012.9039	

Halide x C		
Transformadas Radiométricas		
Técnica	Média geral	Ganho em desempenho
Expansão de contraste linear (Halide)	52.2667	Halide foi 2 vezes mais rápido que C.
Expansão de contraste linear (C)	108.4604	
Logaritmo (Halide)	57.9667	Halide foi 2 vezes mais rápido que C.
Logaritmo (C)	154.5248	
Dente de serra (Halide)	54.6000	Halide foi 2 vezes mais rápido que C.
Dente de serra (C)	121.7629	
Filtragens Espaciais		
Técnica	Média geral	Ganho em desempenho
Média (Halide)	108.4333	Halide foi 10 vezes mais rápido que C.
Média (C)	1175.0984	
Mediana (Halide)	167.2000	Halide foi 122 vezes mais rápido que C.
Mediana (C)	20485.0092	
K vizinhos mais próximos (Halide)	256.9000	Halide foi 166 vezes mais rápido que C.
K vizinhos mais próximos (C)	42856.6879	
Detecção de bordas		
Técnica	Média geral	Ganho em desempenho
Sobel (Halide)	260.1667	Halide foi 5 vezes mais rápido que C.
Sobel (C)	1367.5888	
Roberts (Halide)	234.8667	Halide foi 4 vezes mais rápido que C.
Roberts (C)	1048.4216	

2. Testes na máquina do desenvolvedor.

Configurações da máquina:

- Architecture: x86_64
- CPU op-mode(s): 32-bit, 64-bit
- Address sizes: 39 bits physical, 48 bits virtual
- Byte Order: Little Endian
- CPU(s): 4
- On-line CPU(s) list: 0-3
- Vendor ID: GenuineIntel
- Model name: Intel(R) Core(TM) i5-7200U CPU @ 2.50GHz
- CPU family: 6
- Model: 142
- Thread(s) per core: 2
- Core(s) per socket: 2
- Socket(s): 1
- Stepping: 9
- Thread(s) lógicas disponíveis = Núcleo(s) por soquet x Thread(s) per núcleo
- Thread(s) lógicas disponíveis = $2 \times 2 = 4$.
- Uma tarefa pode ser dividida em até 4 partes que podem ser executadas simultaneamente utilizando a paralelização.

- ❖ Técnica: Transformadas radiométricas.
- ❖ Execução: Paralelo utilizando a linguagem Halide.

1. Expansão de contraste linear.

Primeira execução - Expansão de Contraste Linear		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	174.0000
2	1178 x 1573	166.0000
3	1570 x 1222	168.0000
4	1200 x 1600	172.0000
5	1409 x 1374	180.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	182.0000
7	1264 x 1804	173.0000
8	1410 x 1999	167.0000
9	1874 x 1914	170.0000
10	1525 x 2559	172.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	175.0000
12	2546 x 2318	169.0000
13	2255 x 3060	172.0000
14	2363 x 3063	177.0000

15	3074 x 2869	181.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	179.0000
17	2748 x 3707	179.0000
18	2892 x 3871	185.0000
19	2961 x 4004	189.0000
20	3024 x 4032	173.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	177.0000
22	3253 x 4879	176.0000
23	4928 x 3264	179.0000
24	3452 x 5472	178.0000
25	3648 x 5472	183.0000
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	211.0000
27	4000 x 6000	215.0000
28	6324 x 4041	220.0000
29	4534 x 6885	272.0000
30	4744 x 7108	250.0000
Média	-	185.4667

Resumo da Operação Expansão de Contraste Linear	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	185.4667
Variância Halide	583.1822
Desvio Padrão Halide	24.1492

2. Logaritmo

Primeira execução - Logaritmo		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	182.0000
2	1178 x 1573	193.0000
3	1570 x 1222	187.0000
4	1200 x 1600	185.0000
5	1409 x 1374	197.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	197.0000
7	1264 x 1804	186.0000
8	1410 x 1999	192.0000
9	1874 x 1914	183.0000
10	1525 x 2559	189.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
11	1722 x 2547	195.0000

12	2546 x 2318	195.0000
13	2255 x 3060	197.0000
14	2363 x 3063	196.0000
15	3074 x 2869	197.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	196.0000
17	2748 x 3707	200.0000
18	2892 x 3871	217.0000
19	2961 x 4004	220.0000
20	3024 x 4032	220.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	201.0000
22	3253 x 4879	208.0000
23	4928 x 3264	204.0000
24	3452 x 5472	217.0000
25	3648 x 5472	213.0000
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	245.0000
27	4000 x 6000	250.0000
28	6324 x 4041	260.0000

29	4534 x 6885	274.0000
30	4744 x 7108	349.0000
Média	-	211.5000

Resumo da Operação Logaritmo	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	211.5000
Variância Halide	1167.2500
Desvio Padrão Halide	34.1650

3. Dente de Serra

Primeira execução - Dente de Serra		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	172.0000
2	1178 x 1573	169.0000
3	1570 x 1222	189.0000
4	1200 x 1600	170.0000
5	1409 x 1374	170.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	170.0000
7	1264 x 1804	179.0000
8	1410 x 1999	178.0000
9	1874 x 1914	178.0000
10	1525 x 2559	182.0000

Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	182.0000
12	2546 x 2318	173.0000
13	2255 x 3060	178.0000
14	2363 x 3063	178.0000
15	3074 x 2869	183.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	181.0000
17	2748 x 3707	178.0000
18	2892 x 3871	196.0000
19	2961 x 4004	198.0000
20	3024 x 4032	178.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	180.0000
22	3253 x 4879	209.0000
23	4928 x 3264	185.0000
24	3452 x 5472	189.0000
25	3648 x 5472	186.0000
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)

26	5790 x 3843	217.0000
27	4000 x 6000	220.0000
28	6324 x 4041	234.0000
29	4534 x 6885	237.0000
30	4744 x 7108	242.0000
Média	-	189.3667

Resumo da Operação Dente de Serra	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	189.3667
Variância Halide	418.8989
Desvio Padrão Halide	20.4670

- ❖ Técnica: Filtragens Espaciais.
- ❖ Execução: Paralelo utilizando a linguagem Halide.

1. Filtro da média

Primeira execução - Filtro da média		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	522.0000
2	1178 x 1573	540.0000
3	1570 x 1222	381.0000
4	1200 x 1600	393.0000
5	1409 x 1374	396.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	376.0000
7	1264 x 1804	487.0000
8	1410 x 1999	385.0000
9	1874 x 1914	489.0000
10	1525 x 2559	407.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	433.0000
12	2546 x 2318	386.0000
13	2255 x 3060	400.0000
14	2363 x 3063	411.0000

15	3074 x 2869	397.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	401.0000
17	2748 x 3707	433.0000
18	2892 x 3871	455.0000
19	2961 x 4004	418.0000
20	3024 x 4032	408.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	397.0000
22	3253 x 4879	407.0000
23	4928 x 3264	413.0000
24	3452 x 5472	503.0000
25	3648 x 5472	517.0000
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	532.0000
27	4000 x 6000	446.0000
28	6324 x 4041	449.0000
29	4534 x 6885	474.0000
30	4744 x 7108	608.0000
Média	-	442.1333

Resumo da Operação Filtro da média	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	442.1333
Variância Halide	3303.9156
Desvio Padrão Halide	57.4797

2. Filtro da mediana

Primeira execução - Filtro da mediana		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	605.0000
2	1178 x 1573	647.0000
3	1570 x 1222	687.0000
4	1200 x 1600	599.0000
5	1409 x 1374	610.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	687.0000
7	1264 x 1804	626.0000
8	1410 x 1999	615.0000
9	1874 x 1914	628.0000
10	1525 x 2559	679.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)

11	1722 x 2547	603.0000
12	2546 x 2318	621.0000
13	2255 x 3060	608.0000
14	2363 x 3063	599.0000
15	3074 x 2869	773.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	599.0000
17	2748 x 3707	744.0000
18	2892 x 3871	825.0000
19	2961 x 4004	728.0000
20	3024 x 4032	629.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	709.0000
22	3253 x 4879	613.0000
23	4928 x 3264	645.0000
24	3452 x 5472	618.0000
25	3648 x 5472	626.0000
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	729.0000
27	4000 x 6000	654.0000

28	6324 x 4041	680.0000
29	4534 x 6885	774.0000
30	4744 x 7108	756.0000
Média	-	663.8667

Resumo da Operação Filtro da mediana	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	663.8667
Variância Halide	3923.5156
Desvio Padrão Halide	62.6380

3. Filtro dos k vizinhos mais próximos

Primeira execução - Filtro dos k vizinhos mais próximos		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	1116.0000
2	1178 x 1573	1617.0000
3	1570 x 1222	1067.0000
4	1200 x 1600	1032.0000
5	1409 x 1374	1092.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	1044.0000
7	1264 x 1804	1122.0000
8	1410 x 1999	1108.0000
9	1874 x 1914	1085.0000

10	1525 x 2559	1082.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	1021.0000
12	2546 x 2318	1045.0000
13	2255 x 3060	1055.0000
14	2363 x 3063	1199.0000
15	3074 x 2869	1038.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	1070.0000
17	2748 x 3707	987.0000
18	2892 x 3871	1326.0000
19	2961 x 4004	1060.0000
20	3024 x 4032	973.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	1005.0000
22	3253 x 4879	1063.0000
23	4928 x 3264	976.0000
24	3452 x 5472	1070.0000
25	3648 x 5472	1055.0000
Grupo VI		

Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
26	5790 x 3843	1077.0000
27	4000 x 6000	1019.0000
28	6324 x 4041	1013.0000
29	4534 x 6885	1010.0000
30	4744 x 7108	1102.0000
Média	-	1084.3000

Resumo da Operação Filtro dos k vizinhos mais próximos	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	1084.3000
Variância Halide	14300.9433
Desvio Padrão Halide	119.5866

- ❖ Técnica: Detecção de bordas.
- ❖ Execução: Paralelo utilizando a linguagem Halide.

1. Operador Sobel

Primeira execução - Operador Sobel		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	918.0000
2	1178 x 1573	1025.0000
3	1570 x 1222	815.0000
4	1200 x 1600	818.0000
5	1409 x 1374	828.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	897.0000
7	1264 x 1804	1008.0000
8	1410 x 1999	922.0000
9	1874 x 1914	871.0000
10	1525 x 2559	1002.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	1558.0000
12	2546 x 2318	1244.0000
13	2255 x 3060	1259.0000
14	2363 x 3063	1361.0000

15	3074 x 2869	1336.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	1366.0000
17	2748 x 3707	1269.0000
18	2892 x 3871	1100.0000
19	2961 x 4004	1084.0000
20	3024 x 4032	1165.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	1107.0000
22	3253 x 4879	1290.0000
23	4928 x 3264	1178.0000
24	3452 x 5472	1282.0000
25	3648 x 5472	1353.0000
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	1596.0000
27	4000 x 6000	1855.0000
28	6324 x 4041	2084.0000
29	4534 x 6885	1615.0000
30	4744 x 7108	1702.0000
Média	-	1230.2667

Resumo da Operação Operador Sobel	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	1230.2667
Variância Halide	98082.9956
Desvio Padrão Halide	313.1820

2. Operador Roberts

Primeira execução - Operador Roberts		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	842.0000
2	1178 x 1573	1262.0000
3	1570 x 1222	868.0000
4	1200 x 1600	1205.0000
5	1409 x 1374	730.0000
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	796.0000
7	1264 x 1804	724.0000
8	1410 x 1999	753.0000
9	1874 x 1914	750.0000
10	1525 x 2559	807.0000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)

11	1722 x 2547	854.0000
12	2546 x 2318	802.0000
13	2255 x 3060	805.0000
14	2363 x 3063	814.0000
15	3074 x 2869	912.0000
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	914.0000
17	2748 x 3707	1206.0000
18	2892 x 3871	976.0000
19	2961 x 4004	895.0000
20	3024 x 4032	982.0000
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	1241.0000
22	3253 x 4879	1293.0000
23	4928 x 3264	1138.0000
24	3452 x 5472	1314.0000
25	3648 x 5472	1216.0000
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	1106.0000
27	4000 x 6000	1187.0000

28	6324 x 4041	1162.0000
29	4534 x 6885	1313.0000
30	4744 x 7108	1328.0000
Média	-	1006.5000

Resumo da Operação Operador Roberts	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Halide	1006.5000
Variância Halide	43070.3167
Desvio Padrão Halide	207.5339

- ❖ Técnica: Transformadas Radiométricas
- ❖ Execução: Tradicional utilizando a linguagem Python.

1. Expansão de contraste linear.

Primeira execução - Expansão de contraste linear		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	8634.7086
2	1178 x 1573	8361.1605
3	1570 x 1222	13170.2087
4	1200 x 1600	10974.2970
5	1409 x 1374	14227.8192
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	8686.4851
7	1264 x 1804	8297.4191
8	1410 x 1999	9106.8203
9	1874 x 1914	20194.0253
10	1525 x 2559	26007.7531
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	22691.7706
12	2546 x 2318	49419.0431
13	2255 x 3060	42325.8362
14	2363 x 3063	25377.2259

15	3074 x 2869	32269.2676
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	62071.5535
17	2748 x 3707	72588.6891
18	2892 x 3871	81062.3116
19	2961 x 4004	42832.1028
20	3024 x 4032	72913.4047
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	51518.3089
22	3253 x 4879	46392.2513
23	4928 x 3264	88138.9410
24	3452 x 5472	122047.7905
25	3648 x 5472	140294.0893
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	68357.6343
27	4000 x 6000	82088.7547
28	6324 x 4041	79063.3376
29	4534 x 6885	105129.3693
30	4744 x 7108	211835.7990
Média	-	54202.6059

Resumo da Operação Expansão de contraste linear	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	54202.6059
Variância Python	2127813950.5165
Desvio Padrão Python	46128.2338

2. Logaritmo

Primeira execução - Logaritmo		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	11239.3861
2	1178 x 1573	10943.0654
3	1570 x 1222	10080.9524
4	1200 x 1600	6857.4512
5	1409 x 1374	6186.2705
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	6595.1524
7	1264 x 1804	7468.3638
8	1410 x 1999	9087.4867
9	1874 x 1914	11124.9588
10	1525 x 2559	13795.4075
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
11	1722 x 2547	15196.8503

12	2546 x 2318	27267.0953
13	2255 x 3060	23425.6618
14	2363 x 3063	22681.2589
15	3074 x 2869	28076.1580
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	40766.9649
17	2748 x 3707	36169.2708
18	2892 x 3871	35909.8389
19	2961 x 4004	49566.9000
20	3024 x 4032	40122.9410
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	42591.7215
22	3253 x 4879	60860.4996
23	4928 x 3264	50485.4479
24	3452 x 5472	74679.1005
25	3648 x 5472	69669.8997
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	76811.9514
27	4000 x 6000	88629.0519
28	6324 x 4041	94133.1015

29	4534 x 6885	110947.5415
30	4744 x 7108	124752.2228
Média	-	40204.0658

Resumo da Operação Logaritmo	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	40204.0658
Variância Python	1085887839.2942
Desvio Padrão Python	32952.8123

3. Dente de serra

Primeira execução - Dente de serra		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	26972.0211
2	1178 x 1573	22447.4065
3	1570 x 1222	30901.4671
4	1200 x 1600	28566.8402
5	1409 x 1374	34608.1908
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	23373.6255
7	1264 x 1804	17292.7251
8	1410 x 1999	20152.1783
9	1874 x 1914	49669.2123
10	1525 x 2559	65605.1493

Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	52796.0393
12	2546 x 2318	92864.3796
13	2255 x 3060	109726.2707
14	2363 x 3063	64532.0003
15	3074 x 2869	65132.6199
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	134276.0983
17	2748 x 3707	153249.4664
18	2892 x 3871	165805.8472
19	2961 x 4004	111687.6252
20	3024 x 4032	148801.6458
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	110654.5346
22	3253 x 4879	103143.2731
23	4928 x 3264	183354.7482
24	3452 x 5472	255118.9377
25	3648 x 5472	292010.3106
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)

26	5790 x 3843	149538.8951
27	4000 x 6000	180408.9088
28	6324 x 4041	170063.2954
29	4534 x 6885	240736.7373
30	4744 x 7108	474706.8210
Média	-	119273.2424

Resumo da Operação Dente de serra	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	119273.2424
Variância Python	9830312339.7788
Desvio Padrão Python	99147.9316

- ❖ Técnica: Filtragens Espaciais.
- ❖ Execução: Tradicional utilizando a linguagem Python.

1. Filtro da média

Primeira execução - Filtro da média		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	68942.7283
2	1178 x 1573	77102.8292
3	1570 x 1222	77422.1177
4	1200 x 1600	73291.2238
5	1409 x 1374	79806.7842
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	78854.5647
7	1264 x 1804	87865.9384
8	1410 x 1999	112337.0633
9	1874 x 1914	138848.5975
10	1525 x 2559	162165.3514
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	169769.2204
12	2546 x 2318	234622.5786
13	2255 x 3060	270258.1820
14	2363 x 3063	292700.7084

15	3074 x 2869	352188.6179
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	369423.6143
17	2748 x 3707	402603.5564
18	2892 x 3871	448447.1359
19	2961 x 4004	472229.6145
20	3024 x 4032	484851.6147
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	508861.2034
22	3253 x 4879	630923.3346
23	4928 x 3264	607129.8988
24	3452 x 5472	711897.3610
25	3648 x 5472	793387.9862
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	891032.8193
27	4000 x 6000	958813.3621
28	6324 x 4041	1020807.3082
29	4534 x 6885	1250865.0229
30	4744 x 7108	1696928.4122
Média	-	450812.6250

Resumo da Operação Filtro da média	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	450812.6250
Variância Python	156312959813.1963
Desvio Padrão Python	395364.3381

2. Filtro da mediana

Primeira execução - Filtro da mediana		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	212568.6433
2	1178 x 1573	226910.4800
3	1570 x 1222	215694.0258
4	1200 x 1600	214323.3328
5	1409 x 1374	214998.4708
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	220255.2910
7	1264 x 1804	254016.1927
8	1410 x 1999	307032.8422
9	1874 x 1914	387626.8506
10	1525 x 2559	411154.7713
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
11	1722 x 2547	445200.4158

12	2546 x 2318	602277.9436
13	2255 x 3060	713699.3544
14	2363 x 3063	775201.9594
15	3074 x 2869	877665.8101
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	936277.7002
17	2748 x 3707	1018052.4213
18	2892 x 3871	1119221.8068
19	2961 x 4004	1182775.3427
20	3024 x 4032	1222993.4683
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	1285293.2880
22	3253 x 4879	1594076.3001
23	4928 x 3264	1613972.6040
24	3452 x 5472	1911504.8530
25	3648 x 5472	2176773.8459
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	2374937.4778
27	4000 x 6000	2432531.1165
28	6324 x 4041	2585396.2259

29	4534 x 6885	2738261.3353
30	4744 x 7108	2891126.4447
Média	-	1105394.0205

Resumo da Operação Filtro da mediana	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	1105394.0205
Variância Python	729855440973.6271
Desvio Padrão Python	854315.7736

3. Filtro k vizinhos mais próximos

Primeira execução - Filtro k vizinhos mais próximos		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	150583.9145
2	1178 x 1573	150595.3956
3	1570 x 1222	156589.1910
4	1200 x 1600	156179.6985
5	1409 x 1374	155167.8157
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	165291.0354
7	1264 x 1804	185871.0246
8	1410 x 1999	225667.5923
9	1874 x 1914	290807.8589
10	1525 x 2559	343686.6398

Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	351160.9278
12	2546 x 2318	488737.6056
13	2255 x 3060	560691.6585
14	2363 x 3063	582758.4634
15	3074 x 2869	716937.8297
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	758391.4132
17	2748 x 3707	831523.1805
18	2892 x 3871	910673.8796
19	2961 x 4004	958950.1913
20	3024 x 4032	995908.7210
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	1036583.3702
22	3253 x 4879	1277297.3046
23	4928 x 3264	1298106.3683
24	3452 x 5472	1565392.8444
25	3648 x 5472	1623702.6010
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)

26	5790 x 3843	1788974.7448
27	4000 x 6000	1937595.9876
28	6324 x 4041	2175037.8139
29	4534 x 6885	2705740.2277
30	4744 x 7108	3011433.5413
Média	-	918534.6280

Resumo da Operação Filtro k vizinhos mais próximos	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	918534.6280
Variância Python	607111581583.7239
Desvio Padrão Python	779173.6530

- ❖ Técnica: Detecção de bordas.
- ❖ Execução: Tradicional utilizando a linguagem Python.

1. Operador Sobel

Primeira execução - Detecção de bordas - Operador Sobel		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	145641.2914
2	1178 x 1573	132530.0703
3	1570 x 1222	134913.5642
4	1200 x 1600	135859.4027
5	1409 x 1374	136456.8348
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	142372.1483
7	1264 x 1804	165748.0559
8	1410 x 1999	195955.0374
9	1874 x 1914	257415.8630
10	1525 x 2559	278949.8835
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	308581.3599
12	2546 x 2318	420575.1028
13	2255 x 3060	488275.4316
14	2363 x 3063	510685.6813

15	3074 x 2869	630477.5252
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	662504.1103
17	2748 x 3707	723361.8119
18	2892 x 3871	798163.4810
19	2961 x 4004	785143.7976
20	3024 x 4032	937785.9755
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	903655.4749
22	3253 x 4879	1134817.4319
23	4928 x 3264	1141269.6009
24	3452 x 5472	1352530.2219
25	3648 x 5472	1388386.0476
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	1553951.4382
27	4000 x 6000	1709004.4808
28	6324 x 4041	1832489.7611
29	4534 x 6885	2197199.2698
30	4744 x 7108	2385436.9323
Média	-	786337.9029

Resumo da Operação Operador Sobel	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	786337.9029
Variância Python	413790801184.7529
Desvio Padrão Python	643265.7314

2. Operador Roberts

Primeira execução - Operador Roberts		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	125939.7056
2	1178 x 1573	127179.1759
3	1570 x 1222	133390.5654
4	1200 x 1600	134674.7520
5	1409 x 1374	140021.3809
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	147205.7126
7	1264 x 1804	171535.2125
8	1410 x 1999	202124.3982
9	1874 x 1914	267170.7997
10	1525 x 2559	278919.5936
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
11	1722 x 2547	325068.2647

12	2546 x 2318	519221.1130
13	2255 x 3060	501824.8320
14	2363 x 3063	540378.3917
15	3074 x 2869	641447.1951
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	685480.1652
17	2748 x 3707	742478.7047
18	2892 x 3871	821178.1018
19	2961 x 4004	837201.2448
20	3024 x 4032	867041.0287
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	949000.2558
22	3253 x 4879	1177673.0487
23	4928 x 3264	1179455.6384
24	3452 x 5472	1382163.6508
25	3648 x 5472	1452320.7908
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	1601902.5502
27	4000 x 6000	1759412.0934
28	6324 x 4041	1887976.7296

29	4534 x 6885	2390746.8312
30	4744 x 7108	2493763.9706
Média	-	816129.8633

Resumo da Operação Operador Roberts	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em Python	816129.8633
Variância Python	456140570481.2994
Desvio Padrão Python	675381.7961

- ❖ Técnica: Transformadas Radiométricas.
- ❖ Execução: Tradicional utilizando a linguagem C.

1. Expansão de contraste linear.

Primeira execução - Expansão de contraste linear		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	36.4850
2	1178 x 1573	46.5850
3	1570 x 1222	60.1090
4	1200 x 1600	66.0750
5	1409 x 1374	75.8320
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	44.4360
7	1264 x 1804	43.4090
8	1410 x 1999	52.2130
9	1874 x 1914	96.3430
10	1525 x 2559	91.7860
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	101.4140
12	2546 x 2318	195.8200
13	2255 x 3060	185.5150
14	2363 x 3063	120.4270

15	3074 x 2869	157.0580
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	242.8150
17	2748 x 3707	340.3970
18	2892 x 3871	353.4440
19	2961 x 4004	182.5290
20	3024 x 4032	365.7700
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	731.4220
22	3253 x 4879	348.2000
23	4928 x 3264	573.0630
24	3452 x 5472	520.2180
25	3648 x 5472	593.7430
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	353.4260
27	4000 x 6000	407.2030
28	6324 x 4041	420.8740
29	4534 x 6885	519.7470
30	4744 x 7108	860.1380
Média	-	272.8832

Resumo da Operação Expansão de contraste Linear	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	272.8832
Variância	49408.3763
Desvio Padrão	222.2800

2. Logaritmo

Primeira execução - Logaritmo		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	62.4910
2	1178 x 1573	66.9250
3	1570 x 1222	61.3080
4	1200 x 1600	62.1830
5	1409 x 1374	61.3800
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	62.7080
7	1264 x 1804	97.7000
8	1410 x 1999	88.7640
9	1874 x 1914	110.7810
10	1525 x 2559	142.2120
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
11	1722 x 2547	136.7480

12	2546 x 2318	179.3650
13	2255 x 3060	217.9360
14	2363 x 3063	221.6940
15	3074 x 2869	285.4800
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	305.3100
17	2748 x 3707	316.7280
18	2892 x 3871	348.6900
19	2961 x 4004	358.9220
20	3024 x 4032	386.8810
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	442.9540
22	3253 x 4879	502.5650
23	4928 x 3264	970.3580
24	3452 x 5472	997.6050
25	3648 x 5472	780.1980
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	867.7500
27	4000 x 6000	938.9740
28	6324 x 4041	1056.4770

29	4534 x 6885	1250.3510
30	4744 x 7108	1274.9360
Média	-	421.8791

Resumo da Operação Logaritmo	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	421.8791
Variância	149691.5690
Desvio Padrão	386.8999

3. Dente de serra

Primeira execução - Dente de serra		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	60.4470
2	1178 x 1573	54.0500
3	1570 x 1222	46.2640
4	1200 x 1600	57.5720
5	1409 x 1374	47.1680
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	64.2800
7	1264 x 1804	45.4300
8	1410 x 1999	96.6480
9	1874 x 1914	92.1700
10	1525 x 2559	107.0150

Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	133.7380
12	2546 x 2318	186.1050
13	2255 x 3060	222.8350
14	2363 x 3063	222.3610
15	3074 x 2869	207.5890
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	237.5340
17	2748 x 3707	236.9770
18	2892 x 3871	396.4080
19	2961 x 4004	273.5530
20	3024 x 4032	368.7560
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	244.3720
22	3253 x 4879	294.6150
23	4928 x 3264	315.2070
24	3452 x 5472	401.3260
25	3648 x 5472	405.7450
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)

26	5790 x 3843	384.6180
27	4000 x 6000	456.6820
28	6324 x 4041	750.5050
29	4534 x 6885	603.7510
30	4744 x 7108	803.6940
Média	-	260.5805

Resumo da Operação Dente de serra	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	260.5805
Variância	39655.6140
Desvio Padrão	199.1372

- ❖ Técnica: Filtragens Espaciais.
- ❖ Execução: Tradicional utilizando a linguagem C.

1. Filtro da média

Primeira execução - Filtro da média		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	826.6240
2	1178 x 1573	875.6930
3	1570 x 1222	881.4940
4	1200 x 1600	894.8340
5	1409 x 1374	881.5910
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	955.8800
7	1264 x 1804	1042.3050
8	1410 x 1999	1329.5690
9	1874 x 1914	1648.6820
10	1525 x 2559	1802.3540
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	2033.5930
12	2546 x 2318	2683.2410
13	2255 x 3060	3158.7030
14	2363 x 3063	3313.1720

15	3074 x 2869	4019.9480
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	4231.3680
17	2748 x 3707	4719.1320
18	2892 x 3871	5728.2840
19	2961 x 4004	5528.9460
20	3024 x 4032	5749.4350
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	5795.9500
22	3253 x 4879	7288.0930
23	4928 x 3264	7322.3070
24	3452 x 5472	8638.9460
25	3648 x 5472	9523.0940
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	10288.3940
27	4000 x 6000	11035.4100
28	6324 x 4041	11677.8630
29	4534 x 6885	14239.1300
30	4744 x 7108	16029.3500
Média	-	5138.1128

Resumo da Operação Filtro da média	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	5138.1128
Variância	17864645.2182
Desvio Padrão	4226.6589

2. Filtro da mediana

Primeira execução - Filtro da mediana		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	16883.5120
2	1178 x 1573	17262.8790
3	1570 x 1222	16740.9090
4	1200 x 1600	16598.4060
5	1409 x 1374	16435.4740
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	18807.0620
7	1264 x 1804	19711.2410
8	1410 x 1999	26347.8890
9	1874 x 1914	31079.9730
10	1525 x 2559	34097.8090
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
11	1722 x 2547	37905.8230

12	2546 x 2318	53528.5970
13	2255 x 3060	62542.3430
14	2363 x 3063	62534.2250
15	3074 x 2869	81869.2130
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	83631.8510
17	2748 x 3707	89717.7450
18	2892 x 3871	97455.2990
19	2961 x 4004	103462.1990
20	3024 x 4032	109841.4480
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	113673.2650
22	3253 x 4879	134846.7150
23	4928 x 3264	140253.0720
24	3452 x 5472	169321.3110
25	3648 x 5472	176232.7160
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	190837.1020
27	4000 x 6000	216750.1350
28	6324 x 4041	231428.5790

29	4534 x 6885	278559.8610
30	4744 x 7108	297034.6370
Média	-	98179.7097

Resumo da Operação Filtro da mediana	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	98179.7097
Variância	6507382042.1185
Desvio Padrão	80668.3460

3. Filtro dos k vizinhos mais próximos

Primeira execução - Filtro dos k vizinhos mais próximos		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	32748.6850
2	1178 x 1573	34274.7710
3	1570 x 1222	37411.5480
4	1200 x 1600	41251.1680
5	1409 x 1374	42216.1850
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	50050.2040
7	1264 x 1804	50140.5000
8	1410 x 1999	66367.0770
9	1874 x 1914	140812.7730
10	1525 x 2559	101125.9070

Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	103683.8140
12	2546 x 2318	119007.5870
13	2255 x 3060	137135.2810
14	2363 x 3063	183624.6180
15	3074 x 2869	172258.5200
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	182087.7300
17	2748 x 3707	243389.0070
18	2892 x 3871	214147.0560
19	2961 x 4004	221729.5710
20	3024 x 4032	273716.9290
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	233558.8680
22	3253 x 4879	318626.3750
23	4928 x 3264	284572.6050
24	3452 x 5472	399747.8140
25	3648 x 5472	410938.9690
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)

26	5790 x 3843	381807.5160
27	4000 x 6000	487607.1800
28	6324 x 4041	527386.5150
29	4534 x 6885	625486.0950
30	4744 x 7108	659325.1060
Média	-	225874.5325

Resumo da Operação Filtro dos k vizinhos mais próximos	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	225874.5325
Variância	31293940422.0267
Desvio Padrão	176900.9339

- ❖ Técnica: Detecção de bordas.
- ❖ Execução: Tradicional utilizando a linguagem C.

1. Operador Sobel

Primeira execução - Operador Sobel		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
1	1181 x 1550	848.8100
2	1178 x 1573	826.8460
3	1570 x 1222	966.5550
4	1200 x 1600	895.1850
5	1409 x 1374	1033.9340
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
6	1044 x 1954	925.1000
7	1264 x 1804	1061.4080
8	1410 x 1999	1302.7600
9	1874 x 1914	1900.1650
10	1525 x 2559	1993.2000
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
11	1722 x 2547	2867.6380
12	2546 x 2318	3430.5250
13	2255 x 3060	3874.8190
14	2363 x 3063	4019.2140

15	3074 x 2869	5036.5350
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	5310.0060
17	2748 x 3707	5639.1880
18	2892 x 3871	5285.3120
19	2961 x 4004	5957.9020
20	3024 x 4032	5667.2110
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	6295.0060
22	3253 x 4879	8020.9150
23	4928 x 3264	7328.5700
24	3452 x 5472	8535.8820
25	3648 x 5472	9140.6850
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	10192.4010
27	4000 x 6000	11513.5110
28	6324 x 4041	14642.2200
29	4534 x 6885	17076.2020
30	4744 x 7108	15647.8940
Média	-	5574.5200

Resumo da Operação Operador Sobel	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	5574.5200
Variância	20555427.6378
Desvio Padrão	4533.8094

2. Operador Roberts

Primeira execução - Operador Roberts		
Grupo I		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
1	1181 x 1550	773.4660
2	1178 x 1573	779.2090
3	1570 x 1222	881.1150
4	1200 x 1600	999.3560
5	1409 x 1374	928.8780
Grupo II		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
6	1044 x 1954	846.3080
7	1264 x 1804	949.2140
8	1410 x 1999	1167.5340
9	1874 x 1914	1696.4810
10	1525 x 2559	1721.7770
Grupo III		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milissegundos)
11	1722 x 2547	1867.3600

12	2546 x 2318	2542.7880
13	2255 x 3060	2873.4810
14	2363 x 3063	2984.6580
15	3074 x 2869	3649.8230
Grupo IV		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
16	2690 x 3471	3870.9540
17	2748 x 3707	4222.9150
18	2892 x 3871	6000.1370
19	2961 x 4004	4970.0090
20	3024 x 4032	5086.0010
Grupo V		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
21	3096 x 4128	5309.5780
22	3253 x 4879	6560.7800
23	4928 x 3264	7253.5580
24	3452 x 5472	7807.1570
25	3648 x 5472	8267.7410
Grupo VI		
Nº	Altura x Largura (pixels)	Tempo (Milisegundos)
26	5790 x 3843	9904.9060
27	4000 x 6000	9973.1690
28	6324 x 4041	10754.8190

29	4534 x 6885	13162.7190
30	4744 x 7108	14722.0140
Média	-	4750.9302

Resumo da Operação Operador Roberts	
Valores de tempo em Milissegundos (ms)	
Tempo Médio de execução em C	4750.9302
Variância	15058053.7197
Desvio Padrão	3880.4708

Máquina do desenvolvedor

Tabela comparativa para analisar o ganho de desempenho:

Halide x Python		
Transformadas Radiométricas		
Técnica	Média geral	Ganho em desempenho
Expansão de contraste linear (Halide)	185.4667	Halide foi 290 vezes mais rápido que Python.
Expansão de contraste linear (Python)	54202.6059	
Logaritmo (Halide)	211.5000	Halide foi 190 vezes mais rápido que Python.
Logaritmo (Python)	40204.0658	
Dente de serra (Halide)	189.3667	Halide foi 629 vezes mais rápido que Python.
Dente de serra (Python)	119273.2424	
Filtragens Espaciais		
Técnica	Média geral	Ganho em desempenho
Média (Halide)	442.1333	Halide foi 1019 vezes mais rápido que Python.
Média (Python)	450812.6250	
Mediana (Halide)	663.8667	Halide foi 1665 vezes mais rápido que Python.
Mediana (Python)	1105394.0205	
K vizinhos mais próximos (Halide)	1084.3000	Halide foi 847 vezes mais rápido que Python.
K vizinhos mais próximos (Python)	918534.6280	
Detecção de bordas		
Técnica	Média geral	Ganho em desempenho
Sobel (Halide)	1230.2667	Halide foi 639 vezes mais rápido que Python.
Sobel (Python)	786337.9029	
Roberts (Halide)	1006.5000	Halide foi 810 vezes mais rápido que Python.
Roberts (Python)	816129.8633	

Halide x C		
Transformadas Radiométricas		
Técnica	Média geral	Ganho em desempenho
Expansão de contraste linear (Halide)	185.4667	Halide foi 1 vezes mais rápido que C.
Expansão de contraste linear (C)	272.8832	
Logaritmo (Halide)	211.5000	Halide foi 1 vezes mais rápido que C.
Logaritmo (C)	421.8791	
Dente de serra (Halide)	189.3667	Halide foi 1 vezes mais rápido que C.
Dente de serra (C)	260.5805	
Filtragens Espaciais		
Técnica	Média geral	Ganho em desempenho
Média (Halide)	442.1333	Halide foi 11 vezes mais rápido que C.
Média (C)	5138.1128	
Mediana (Halide)	663.8667	Halide foi 147 vezes mais rápido que C.
Mediana (C)	98179.7097	
K vizinhos mais próximos (Halide)	1084.3000	Halide foi 208 vezes mais rápido que C.
K vizinhos mais próximos (C)	225874.5325	
Detecção de bordas		
Técnica	Média geral	Ganho em desempenho
Sobel (Halide)	1230.2667	Halide foi 4 vezes mais rápido que C.
Sobel (C)	5574.5200	
Roberts (Halide)	1006.5000	Halide foi 4 vezes mais rápido que C.
Roberts (C)	4750.9302	