

Universidade Federal de Pelotas



# Simulação de Caches

Mateus Brugnaroto  
Vinicius Renato Rocha Geraldo

## Tarefa 1 – Verificar o efeito da associatividade

| <b>Benchmark</b>          |                         | <b>GCC_2</b>                 |                              |                         |
|---------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Instruções Executada      |                         | 263913441                    |                              |                         |
| Instruções L/S Executadas |                         | 97415861                     |                              |                         |
| Parâmetros                | Mapeamento Direto       | Conjunto Associativo (2 way) | Conjunto Associativo (4 way) | Totalmente Associativa  |
|                           | <i>Cache Instruções</i> | <i>Cache Instruções</i>      | <i>Cache Instruções</i>      | <i>Cache Instruções</i> |
| <nsets>                   | 64                      | 32                           | 16                           | 1                       |
| <bsize>                   | 128                     | 128                          | 128                          | 128                     |
| <assoc>                   | 1                       | 2                            | 4                            | 64                      |
| <repl>                    | 1                       | 1                            | 1                            | 1                       |
| Misses                    | 12705651                | 12351751                     | 11926813                     | 11877074                |
| Miss_rate                 | 4,81%                   | 4,68%                        | 4,52%                        | 4,50%                   |
| Parâmetros                | Mapeamento Direto       | Conjunto Associativo (2 way) | Conjunto Associativo (4 way) | Totalmente Associativa  |
|                           | <i>Cache Dados</i>      | <i>Cache Dados</i>           | <i>Cache Dados</i>           | <i>Cache Dados</i>      |
| <nsets>                   | 64                      | 32                           | 16                           | 1                       |
| <bsize>                   | 128                     | 128                          | 128                          | 128                     |
| <assoc>                   | 1                       | 2                            | 4                            | 64                      |
| <repl>                    | 1                       | 1                            | 1                            | 1                       |
| Misses                    | 5897075                 | 3332375                      | 2564212                      | 2081252                 |
| Miss_rate                 | 6,01%                   | 3,40%                        | 2,61%                        | 2,12%                   |

| <b>Benchmark</b>          |                         | <b>IJPEG_2</b>               |                              |                         |
|---------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Instruções Executadas     |                         | 555677520                    |                              |                         |
| Instruções L/S Executadas |                         | 141855362                    |                              |                         |
| Parâmetros                | Mapeamento Direto       | Conjunto Associativo (2 way) | Conjunto Associativo (4 way) | Totalmente Associativa  |
|                           | <i>Cache Instruções</i> | <i>Cache Instruções</i>      | <i>Cache Instruções</i>      | <i>Cache Instruções</i> |
| <nsets>                   | 64                      | 32                           | 16                           | 1                       |
| <bsize>                   | 128                     | 128                          | 128                          | 128                     |
| <assoc>                   | 1                       | 2                            | 4                            | 64                      |
| <repl>                    | 1                       | 1                            | 1                            | 1                       |
| Misses                    | 1352267                 | 843703                       | 757828                       | 856606                  |
| Miss_rate                 | 0,24%                   | 0,15%                        | 0,14%                        | 0,15%                   |
| Parâmetros                | Mapeamento Direto       | Conjunto Associativo (2 way) | Conjunto Associativo (4 way) | Totalmente Associativa  |
|                           | <i>Cache Dados</i>      | <i>Cache Dados</i>           | <i>Cache Dados</i>           | <i>Cache Dados</i>      |
| <nsets>                   | 64                      | 32                           | 16                           | 1                       |
| <bsize>                   | 128                     | 128                          | 128                          | 128                     |
| <assoc>                   | 1                       | 2                            | 4                            | 64                      |
| <repl>                    | 1                       | 1                            | 1                            | 1                       |
| Misses                    | 7479261                 | 3244625                      | 2850799                      | 1190050                 |
| Miss_rate                 | 5,26%                   | 2,28%                        | 2,01%                        | 0,84%                   |

Resumo:

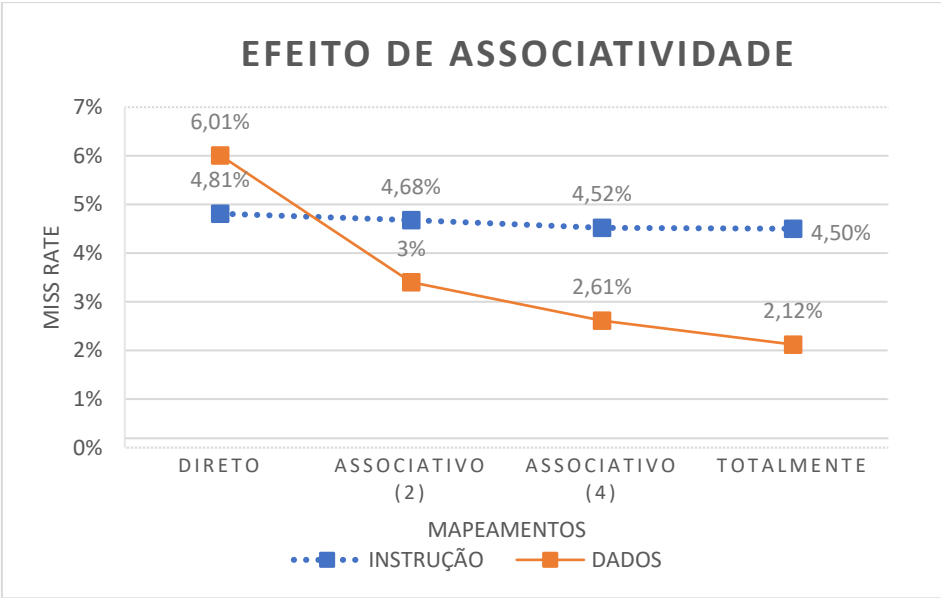
- Benchmark GCC\_2:
  - Instrução:

| POSIÇÃO | MAPEAMENTO             | PORCENTAGEM (MISS RATE) |
|---------|------------------------|-------------------------|
| 1º      | TOTALMENTE ASSOCIATIVO | 4,50%                   |
| 2º      | ASSOCIATIVO (4-VIAS)   | 4,52%                   |
| 3º      | ASSOCIATIVO (2-VIAS)   | 4,68%                   |
| 4º      | DIRETO                 | 4,81%                   |

- Dados:

| POSIÇÃO | MAPEAMENTO             | PORCENTAGEM (MISS RATE) |
|---------|------------------------|-------------------------|
| 1º      | TOTALMENTE ASSOCIATIVO | 2,12%                   |
| 2º      | ASSOCIATIVO (4-VIAS)   | 2,61%                   |
| 3º      | ASSOCIATIVO (2-VIAS)   | 3,40%                   |
| 4º      | DIRETO                 | 6,01%                   |

- Gráfico:



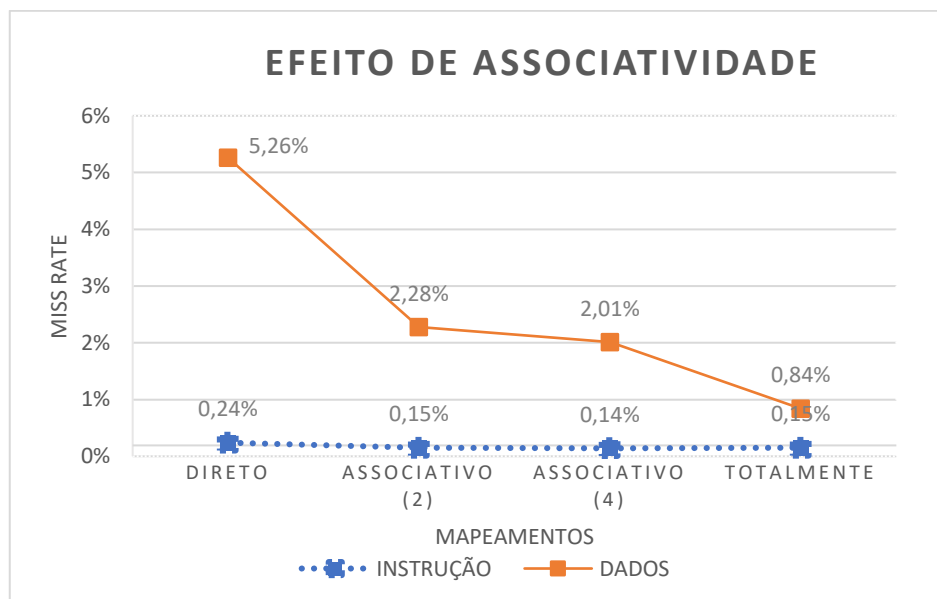
- Benchmark JPEG\_2:
  - Instrução:

| POSIÇÃO | MAPEAMENTO             | PORCENTAGEM (MISS RATE) |
|---------|------------------------|-------------------------|
| 1º      | ASSOCIATIVO (4-VIAS)   | 0,14%                   |
| 2º      | TOTALMENTE ASSOCIATIVO | 0,15%                   |
| 2º      | ASSOCIATIVO (2-VIAS)   | 0,15%                   |
| 4º      | DIRETO                 | 0,24%                   |

- Dados:

| POSIÇÃO | MAPEAMENTO             | PORCENTAGEM (MISS RATE) |
|---------|------------------------|-------------------------|
| 1º      | TOTALMENTE ASSOCIATIVO | 0,84%                   |
| 2º      | ASSOCIATIVO (4-VIAS)   | 2,01%                   |
| 3º      | ASSOCIATIVO (2-VIAS)   | 2,28%                   |
| 4º      | DIRETO                 | 5,26%                   |

- Gráfico:



Verificou-se nas simulações que no mapeamento associativo de 4-vias obteve-se melhor/maior desempenho/equilíbrio em relação as instruções e dados para os benchmarks estudados. O aumento do grau de associatividade resulta, em geral, na redução da taxa de faltas. Como há um aumento no número de palavras em blocos, a localidade espacial da cache é melhor explorada. Blocos muito grandes (ex. totalmente associativos) aumentam a localidade espacial, mas diminuem a localidade temporal. Nas aplicações demonstradas nas tabelas de dados acima, esse decréscimo na localidade temporal resultou em aumento no número de miss. Está de acordo com o que foi visto em aula.

## Tarefa 2 – Verificar o efeito da política de substituição

| Benchmark                 |                                 | GCC 2                            |                                    |
|---------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Instruções Executadas     |                                 | 263913441                        |                                    |
| Instruções L/S Executadas |                                 | 97415861                         |                                    |
| Parâmetros                | Totalmente Associativa<br>+ LRU | Totalmente Associativa<br>+ FIFO | Totalmente Associativa<br>+ RANDOM |
|                           | Cache Instruções                | Cache Instruções                 | Cache Instruções                   |
| <nsets>                   | 1                               | 1                                | 1                                  |
| <bsize>                   | 32                              | 32                               | 32                                 |
| <assoc>                   | 32                              | 32                               | 32                                 |
| <repl>                    | l                               | f                                | r                                  |
| Misses                    | 51066871                        | 51720955                         | 51050381                           |
| Replacement               | 51066839                        | 51720923                         | 51050349                           |
| Miss_rate                 | 19,35%                          | 19,60%                           | 19,34%                             |
| Parâmetros                | Totalmente Associativa<br>+ LRU | Totalmente Associativa<br>+ FIFO | Totalmente Associativa<br>+ RANDOM |
|                           | Cache Dados                     | Cache Dados                      | Cache Dados                        |
| <nsets>                   | 1                               | 1                                | 1                                  |
| <bsize>                   | 32                              | 32                               | 32                                 |
| <assoc>                   | 32                              | 32                               | 32                                 |
| <repl>                    | l                               | f                                | r                                  |
| Misses                    | 10251578                        | 11775586                         | 12997993                           |
| Replacement               | 10251546                        | 11775554                         | 12997961                           |
| Miss_rate                 | 10,45%                          | 12%                              | 13,25%                             |

| Benchmark                 |                                 | IJPEG 2                          |                                    |
|---------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Instruções Executadas     |                                 | 555677520                        |                                    |
| Instruções L/S Executadas |                                 | 141855362                        |                                    |
| Parâmetros                | Totalmente Associativa<br>+ LRU | Totalmente Associativa<br>+ FIFO | Totalmente Associativa<br>+ RANDOM |
|                           | Cache Instruções                | Cache Instruções                 | Cache Instruções                   |
| <nsets>                   | 1                               | 1                                | 1                                  |
| <bsize>                   | 32                              | 32                               | 32                                 |
| <assoc>                   | 32                              | 32                               | 32                                 |
| <repl>                    | l                               | f                                | r                                  |
| Misses                    | 53981854                        | 54118841                         | 37691010                           |
| Replacement               | 53981822                        | 54118809                         | 37690978                           |
| Miss_rate                 | 9,72%                           | 9,74%                            | 6,78%                              |
| Parâmetros                | Totalmente Associativa<br>+ LRU | Totalmente Associativa<br>+ FIFO | Totalmente Associativa<br>+ RANDOM |
|                           | Cache Dados                     | Cache Dados                      | Cache Dados                        |
| <nsets>                   | 1                               | 1                                | 1                                  |
| <bsize>                   | 32                              | 32                               | 32                                 |
| <assoc>                   | 32                              | 32                               | 32                                 |
| <repl>                    | l                               | f                                | R                                  |
| Misses                    | 13720534                        | 15418236                         | 16616701                           |
| Replacement               | 13720502                        | 15418204                         | 16616669                           |
| Miss_rate                 | 9,66%                           | 10,85%                           | 11,70%                             |

## Resumo:

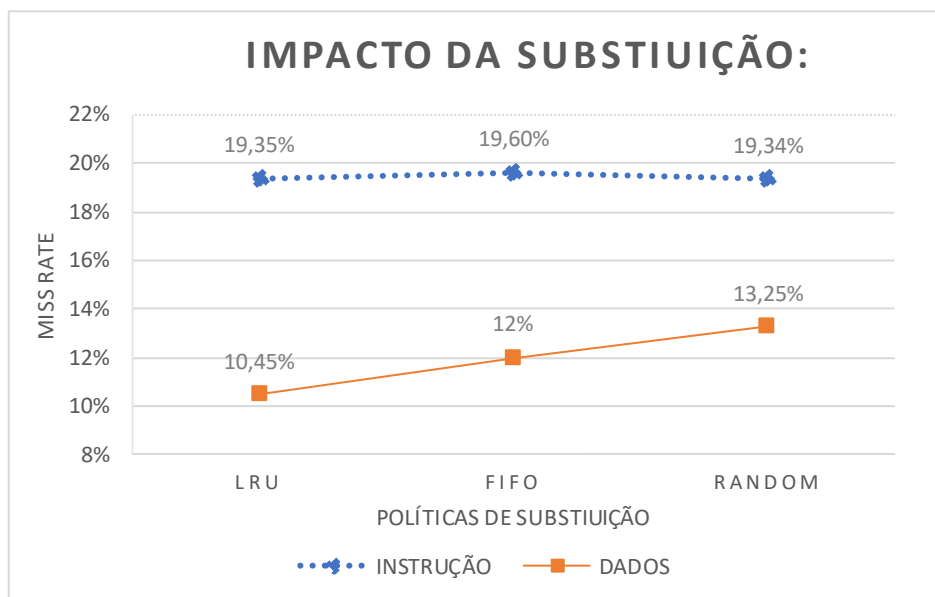
- Benchmark GCC\_2:
  - Instrução:

| POSICÃO | SUBSTUIÇÃO | PORCENTAGEM (MISS RATE) |
|---------|------------|-------------------------|
| 1º      | RANDOM     | 19,34%                  |
| 2º      | LRU        | 19,35%                  |
| 3º      | FIFO       | 19,60%                  |

- Dados:

| POSICÃO | SUBSTUIÇÃO | PORCENTAGEM (MISS RATE) |
|---------|------------|-------------------------|
| 1º      | LRU        | 10,45%                  |
| 2º      | FIFO       | 12,00%                  |
| 3º      | RADOM      | 13,25%                  |

- Gráfico:



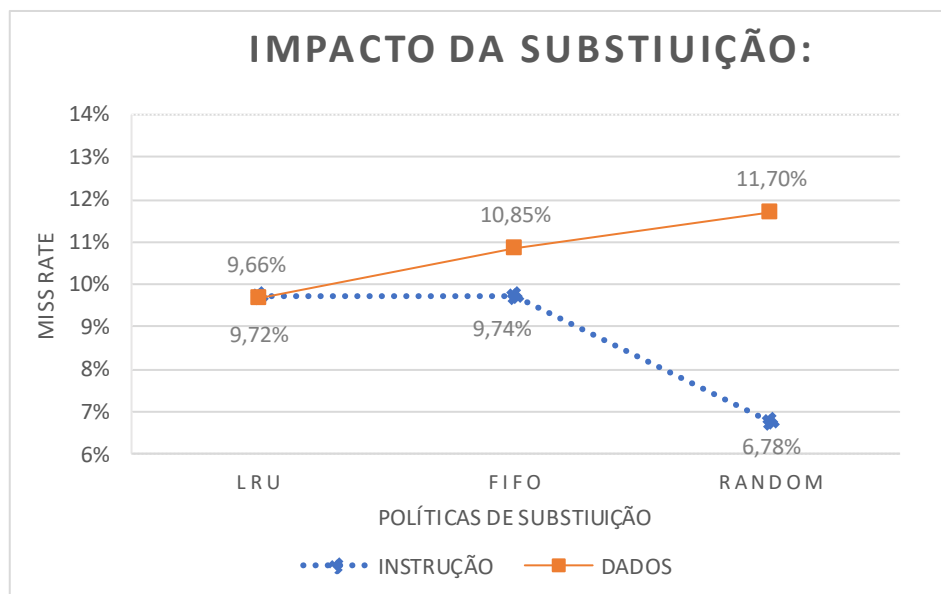
- Benchmark JPEG\_2:
  - Instrução:

| POSICÃO | SUBSTUIÇÃO | PORCENTAGEM (MISS RATE) |
|---------|------------|-------------------------|
| 1º      | RANDOM     | 6,78%                   |
| 2º      | LRU        | 9,72%                   |
| 2º      | FIFO       | 9,74%                   |

- Dados:

| POSICÃO | SUBSTUIÇÃO | PORCENTAGEM |
|---------|------------|-------------|
| 1º      | LRU        | 2,05%       |
| 2º      | FIFO       | 2,12%       |
| 3º      | RADOM      | 2,21%       |

- Gráfico:



Como pode ser analisado nas tabelas, o algoritmo de substituição random teve leve vantagem no benchmark gcc\_2 e uma satisfatória vantagem no benchmark jpeg\_2 em relação as outras em relação as instruções. Para essas aplicações a CPU fez requisições de memória que seriam descartadas pelos algoritmos LRU e FIFO, já que foram requisitadas instruções mais antigas. Com o random não descartou essas instruções, ele menor taxa de miss.

No caso para dados, o algoritmo de substituição LRU teve vantagem também nos dois casos. Isso pois, a CPU não necessitou de blocos de dados muito diferentes, o que manteve praticamente sempre os mesmos dados na cache, ocasionando um maior número de acerto. Logo que, o sistema do algoritmo LRU escolhe o bloco que menos foi utilizado recentemente e o remove. Isso faz com que fiquem na Cache aqueles blocos que são acessados mais vezes nos últimos instantes.

### Tarefa 3 – Verificar o efeito do tamanho de bloco

|                                  |  |  |  |   |
|----------------------------------|--|--|--|---|
| <b>Benchmark</b>                 | <b>GCC_2</b>                                       |  |  |   |
| <b>Instruções Executadas</b>     | 263913441  |  |  |   |
| <b>Instruções L/S Executadas</b> | 97415861   |  |  |   |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 16 bytes</b> | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 32 bytes</b> | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 64 bytes</b> | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 128 bytes</b> |
|                                  | <i>Cache Instruções</i>                            | <i>Cache Instruções</i>                            | <i>Cache Instruções</i>                            | <i>Cache Instruções</i>                             |
| <nsets>                          | 128  | 64   | 32   | 16  |
| <bsize>                          | 16   | 32   | 64   | 128   |
| <assoc>                          | 1  | 1  | 1  | 1   |
| <repl>                           | 1  | 1  | 1  | 1   |
| Misses                           | 70482650   | 43146862   | 28216496   | 19494928  |
| Miss_rate                        | 26,71%   | 16,35%   | 10,69%   | 7,39%   |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 16 bytes</b> | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 32 bytes</b> | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 64 bytes</b> | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 128 bytes</b> |
|                                  | <i>Cache Dados</i>                                 | <i>Cache Dados</i>                                 | <i>Cache Dados</i>                                 | <i>Cache Dados</i>                                  |
| <nsets>                          | 128  | 64   | 32   | 16  |
| <bsize>                          | 16   | 32   | 64   | 128   |
| <assoc>                          | 1  | 1  | 1  | 1   |
| <repl>                           | 1  | 1  | 1  | 1   |
| Misses                           | 11065706   | 10952555   | 11882737   | 14055148  |
| Miss_rate                        | 11,28%   | 11,16%   | 12,11%   | 14,32%  |

|                                  |                                       |                                       |                                       |                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Benchmark</b>                 | <b>GCC_2</b>                          |                                       |                                       |                                       |
| <b>Instruções Executadas</b>     | 263913441                             |                                       |                                       |                                       |
| <b>Instruções L/S Executadas</b> | 97415861                              |                                       |                                       |                                       |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento associativo (2-way)</b> | <b>Mapeamento associativo (2-way)</b> | <b>Mapeamento associativo (2-way)</b> | <b>Mapeamento associativo (2-way)</b> |
|                                  | <b>Tam. Bloco = 16 bytes</b>          | <b>Tam. Bloco = 32 bytes</b>          | <b>Tam. Bloco = 64 bytes</b>          | <b>Tam. Bloco = 128 bytes</b>         |
|                                  | <i>Cache Instruções</i>               | <i>Cache Instruções</i>               | <i>Cache Instruções</i>               | <i>Cache Instruções</i>               |
| <nsets>                          | 64                                    | 32                                    | 16                                    | 8                                     |
| <bsize>                          | 16                                    | 32                                    | 64                                    | 128                                   |
| <assoc>                          | 2                                     | 2                                     | 2                                     | 2                                     |
| <repl>                           | 1                                     | 1                                     | 1                                     | 1                                     |
| Misses                           | 69438000                              | 42301753                              | 27463746                              | 18901882                              |
| Miss_rate                        | 26,31%                                | 16,03%                                | 10,41%                                | 7,16%                                 |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento associativo (2-way)</b> | <b>Mapeamento associativo (2-way)</b> | <b>Mapeamento associativo (2-way)</b> | <b>Mapeamento associativo (2-way)</b> |
|                                  | <b>Tam. Bloco = 16 bytes</b>          | <b>Tam. Bloco = 32 bytes</b>          | <b>Tam. Bloco = 64 bytes</b>          | <b>Tam. Bloco = 128 bytes</b>         |
|                                  | <i>Cache Dados</i>                    | <i>Cache Dados</i>                    | <i>Cache Dados</i>                    | <i>Cache Dados</i>                    |
| <nsets>                          | 64                                    | 32                                    | 16                                    | 8                                     |
| <bsize>                          | 16                                    | 32                                    | 64                                    | 128                                   |
| <assoc>                          | 2                                     | 2                                     | 2                                     | 2                                     |
| <repl>                           | 1                                     | 1                                     | 1                                     | 1                                     |
| Misses                           | 8692563                               | 8421861                               | 8950807                               | 10775292                              |
| Miss_rate                        | 8,86%                                 | 8,58%                                 | 9,12%                                 | 10,98%                                |



|                                  |  |  |  |   |
|----------------------------------|--|--|--|---|
| <b>Benchmark</b>                 | <b>IJPEG_2</b>                                     |  |  |   |
| <b>Instruções Executadas</b>     | 555677520  |  |  |   |
| <b>Instruções L/S Executadas</b> | 141855362  |  |  |   |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 16 bytes</b> | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 32 bytes</b> | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 64 bytes</b> | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 128 bytes</b> |
|                                  | <i>Cache Instruções</i>                            | <i>Cache Instruções</i>                            | <i>Cache Instruções</i>                            | <i>Cache Instruções</i>                             |
| <nsets>                          | 128  | 64   | 32   | 16  |
| <bsize>                          | 16   | 32   | 64   | 128   |
| <assoc>                          | 1  | 1  | 1  | 1   |
| <repl>                           | 1  | 1  | 1  | 1   |
| Misses                           | 24289716   | 13104755   | 7404263  | 4447095   |
| Miss_rate                        | 4,37%  | 2,36%  | 1,33%  | 0,8%  |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 16 bytes</b> | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 32 bytes</b> | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 64 bytes</b> | <b>Mapeamento Direto<br/>Tam. Bloco = 128 bytes</b> |
|                                  | <i>Cache Dados</i>                                 | <i>Cache Dados</i>                                 | <i>Cache Dados</i>                                 | <i>Cache Dados</i>                                  |
| <nsets>                          | 128  | 64   | 32   | 16  |
| <bsize>                          | 16   | 32   | 64   | 128   |
| <assoc>                          | 1  | 1  | 1  | 1   |
| <repl>                           | 1  | 1  | 1  | 1   |
| Misses                           | 24348459   | 23499935   | 31117992   | 28148441  |
| Miss_rate                        | 17,14%   | 16,54%   | 21,90%   | 19,81%  |

|                                  |   |   |   |   |
|----------------------------------|---|---|---|---|
| <b>Benchmark</b>                 | <b>IJPEG_2</b>                            |   |   |   |
| <b>Instruções Executadas</b>     | 555677520                                 |   |   |   |
| <b>Instruções L/S Executadas</b> | 141855362                                 |   |   |   |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento associativo<br/>(2-way)</b> | <b>Mapeamento associativo<br/>(2-way)</b> | <b>Mapeamento associativo<br/>(2-way)</b> | <b>Mapeamento associativo<br/>(2-way)</b> |
|                                  | <b>Tam. Bloco = 16 bytes</b>              | <b>Tam. Bloco = 32 bytes</b>              | <b>Tam. Bloco = 64 bytes</b>              | <b>Tam. Bloco = 128 bytes</b>             |
|                                  | <i>Cache Instruções</i>                   | <i>Cache Instruções</i>                   | <i>Cache Instruções</i>                   | <i>Cache Instruções</i>                   |
| <nsets>                          | 64  | 32  | 16  | 8   |
| <bsize>                          | 16  | 32  | 64  | 128                                       |
| <assoc>                          | 2   | 2   | 2   | 2   |
| <repl>                           | 1   | 1   | 1   | 1   |
| Misses                           | 23887014                                  | 12816287                                  | 7207245                                   | 4221200                                   |
| Miss_rate                        | 4,30%                                     | 2,31%                                     | 1,30%                                     | 0,76%                                     |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento associativo<br/>(2-way)</b> | <b>Mapeamento associativo<br/>(2-way)</b> | <b>Mapeamento associativo<br/>(2-way)</b> | <b>Mapeamento associativo<br/>(2-way)</b> |
|                                  | <b>Tam. Bloco = 16 bytes</b>              | <b>Tam. Bloco = 32 bytes</b>              | <b>Tam. Bloco = 64 bytes</b>              | <b>Tam. Bloco = 128 bytes</b>             |
|                                  | <i>Cache Dados</i>                        | <i>Cache Dados</i>                        | <i>Cache Dados</i>                        | <i>Cache Dados</i>                        |
| <nsets>                          | 64  | 32  | 16  | 8   |
| <bsize>                          | 16  | 32  | 64  | 128                                       |
| <assoc>                          | 2   | 2   | 2   | 2   |
| <repl>                           | 1   | 1   | 1   | 1   |
| Misses                           | 22611366                                  | 21995474                                  | 22759604                                  | 23656726                                  |
| Miss_rate                        | 15,91%                                    | 15,48%                                    | 16,02%                                    | 16,65%                                    |

# Resumo:

- Benchmark GCC\_2:

- Mapeamento Direto:

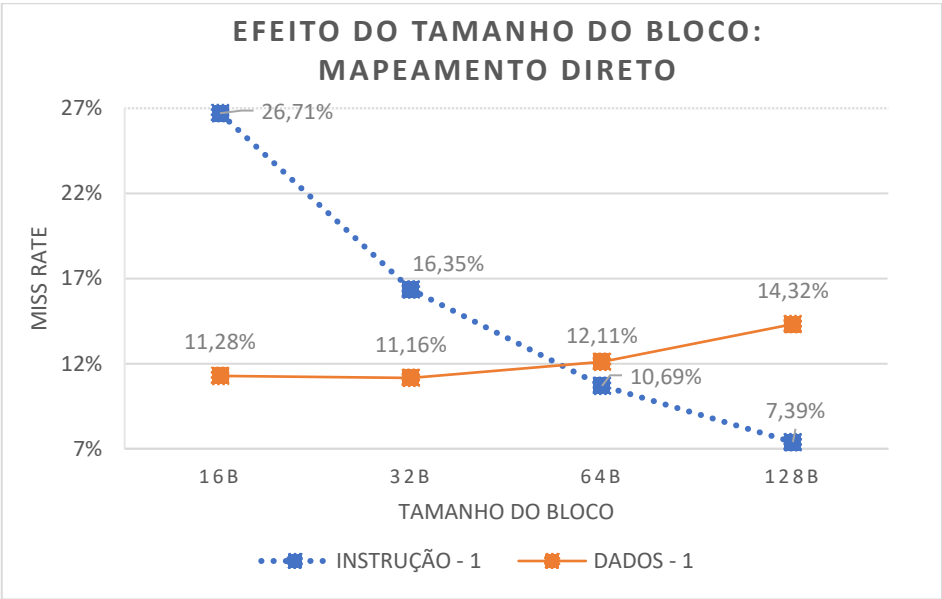
1 - Instrução:

| TAMANHO DO BLOCO | PORCENTAGEM (MISS RATE) |
|------------------|-------------------------|
| 16B              | 26,71%                  |
| 32B              | 16,35%                  |
| 64B              | 10,69%                  |
| 128B             | 7,39%                   |

2- Dados:

| TAMANHO DO BLOCO | PORCENTAGEM (MISS RATE) |
|------------------|-------------------------|
| 16B              | 11,28%                  |
| 32B              | 11,16%                  |
| 64B              | 12,11%                  |
| 128B             | 14,32%                  |

- Gráfico:



- Mapeamento Associativo 2-vias:

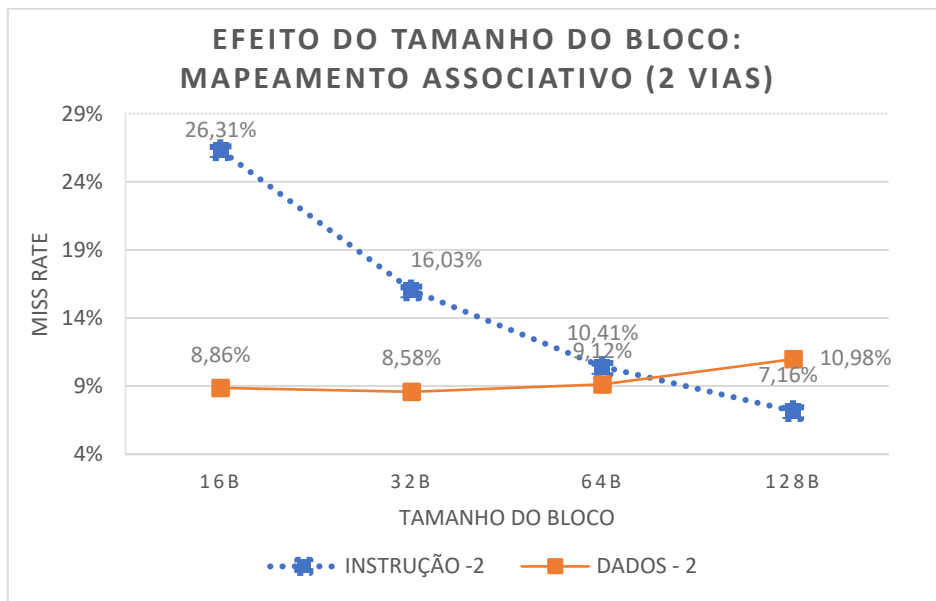
1 - Instrução:

| TAMANHO DO BLOCO | PORCENTAGEM (MISS RATE) |
|------------------|-------------------------|
| 16B              | 26,31%                  |
| 32B              | 16,03%                  |
| 64B              | 10,41%                  |
| 128B             | 7,16%                   |

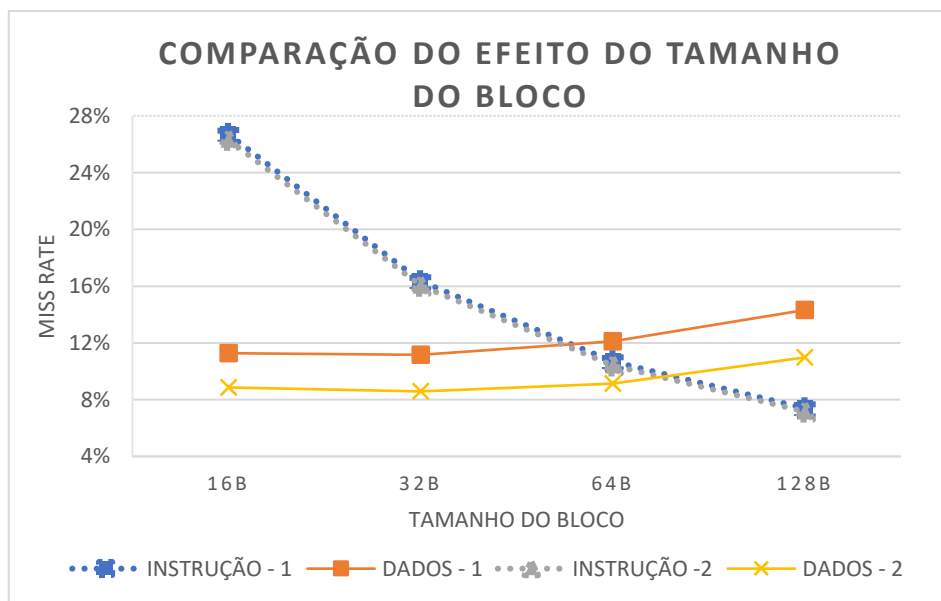
2 - Dados:

| TAMANHO DO BLOCO | PORCENTAGEM (MISS RATE) |
|------------------|-------------------------|
| 16B              | 8,86%                   |
| 32B              | 8,58%                   |
| 64B              | 9,12%                   |
| 128B             | 10,98; %                |

- Gráfico:



- Gráfico comparando:



- Benchmark JPEG\_2:
  - Mapeamento Direto:

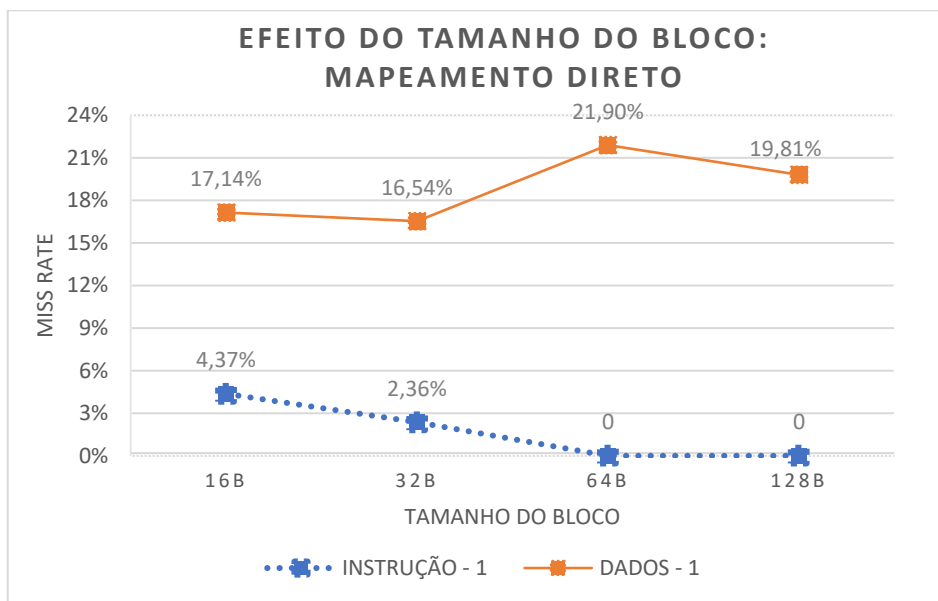
1 - Instrução:

| TAMANHO DO BLOCO | PORCENTAGEM (MISS RATE) |
|------------------|-------------------------|
| 16B              | 4,37%                   |
| 32B              | 2,36%                   |
| 64B              | 1,33%                   |
| 128B             | 0,8%                    |

2 - Dado:

| TAMANHO DO BLOCO | PORCENTAGEM |
|------------------|-------------|
| 16B              | 17,14%      |
| 32B              | 16,54%      |
| 64B              | 21,90%      |
| 128B             | 19,81%      |

- Gráfico:



- Mapeamento Associativo de 2-vias:

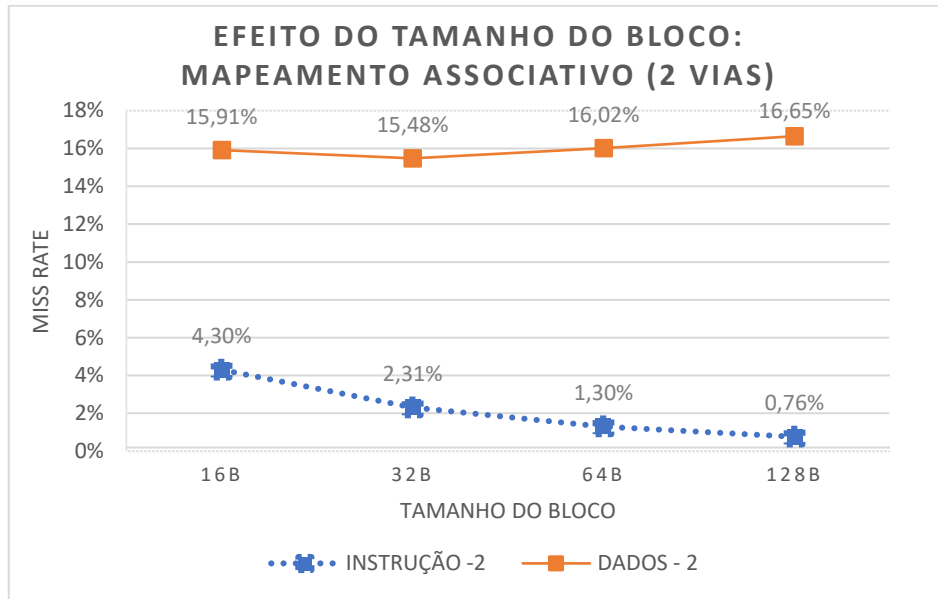
1 - Instrução:

| TAMANHO DO BLOCO | PORCENTAGEM (MISS RATE) |
|------------------|-------------------------|
| 16B              | 4,3%                    |
| 32B              | 2,31%                   |
| 64B              | 1,30%                   |
| 128B             | 0,76%                   |

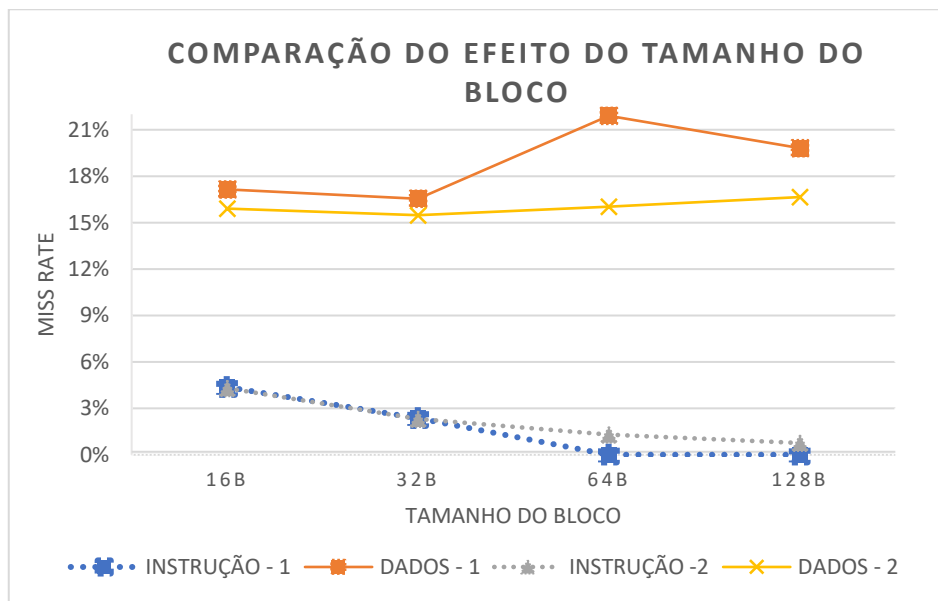
2 - Direto

| TAMANHO DO BLOCO | PORCENTAGEM |
|------------------|-------------|
| 16B              | 15,91%      |
| 32B              | 15,48%      |
| 64B              | 16,02%      |
| 128B             | 16,65%      |

- Gráfico:



- Gráfico comparando:



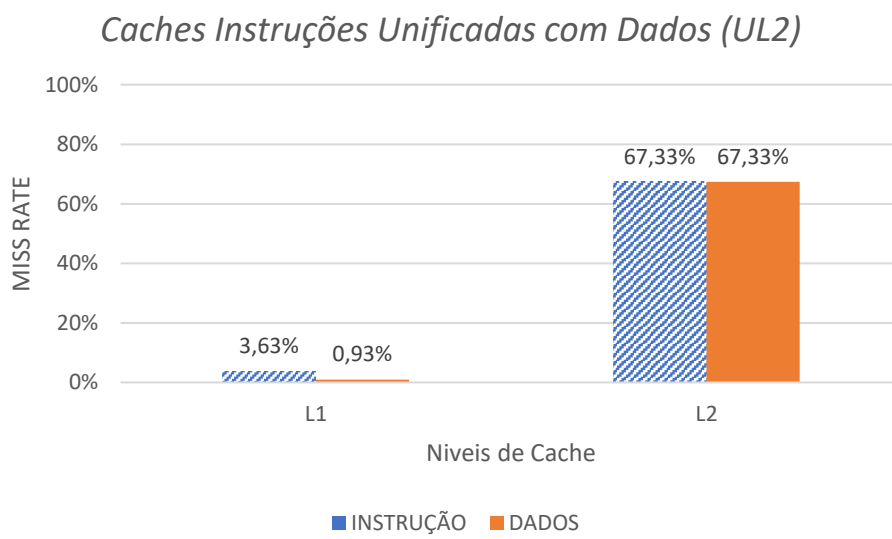
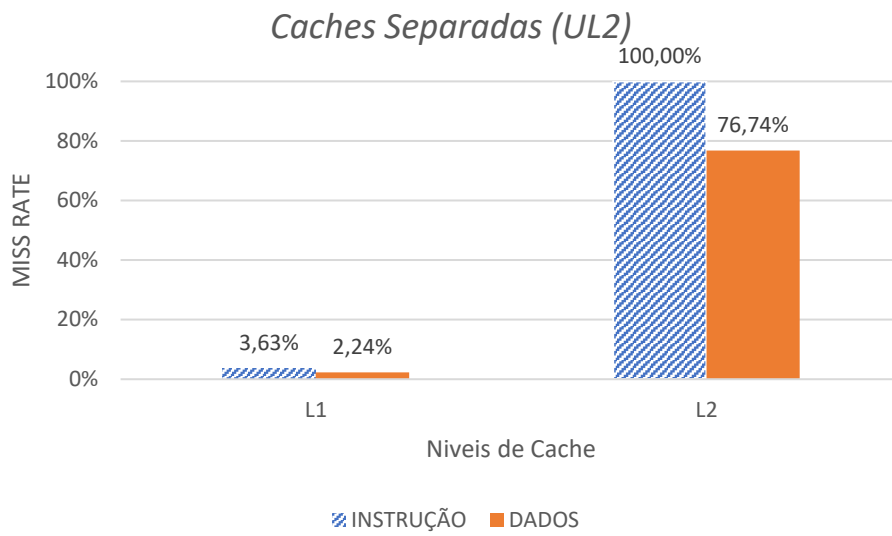
Para os estudos de caso utilizados o aumento do tamanho do bloco apresentou ganhos para instruções e perdas para dados. Como há um aumento do tamanho do bloco, naturalmente o conjunto das informações diminuiu. Ou seja, os dados e instruções vindos da memória principal são mapeados com um menor número de bits.

## Tarefa 4 – Verificar o uso de caches unificadas e separadas

|                                  |                              |   |   |
|----------------------------------|------------------------------|---|---|
| <b>Benchmark</b>                 | <b>GCC_2</b>                 |   |   |
| <b>Instruções Executadas</b>     | 263913441                    |   |   |
| <b>Instruções L/S Executadas</b> | 97415861                     |   |   |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento Direto</b>     |   |   |
|                                  | <i>Cache Instruções (L1)</i> | <i>Cache Instruções unificada com Dados (UL1)</i> | <i>Cache Instruções (L1)</i>                      |
| <nsets>                          | 128                          | 256   | 128   |
| <bsize>                          | 128                          | 128   | 128   |
| <assoc>                          | 1                            | 1   | 1   |
| <repl>                           | 1                            | 1   | 1   |
| Misses                           | 9575390                      | 11888920  | 9575390   |
| Miss_rate                        | 3,63%                        | 3,28%   | 3,63%   |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento Direto</b>     |   |   |
|                                  | <i>Cache Instruções (L2)</i> | <i>Cache Instruções (L2)</i>                      | <i>Cache Instruções unificada com Dados (UL2)</i> |
| <nsets>                          | 128                          | -   | 256   |
| <bsize>                          | 128                          | -   | 128   |
| <assoc>                          | 1                            | -   | 1   |
| <repl>                           | 1                            | -   | 1   |
| Misses                           | 9575390                      | -   | 8325966   |
| Miss_rate                        | 100%                         | -   | 67,33%  |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento Direto</b>     |   |   |
|                                  | <i>Cache Dados (L1)</i>      | <i>Cache Instruções unificada com Dados (UL1)</i> | <i>Cache Dados (L1)</i>                           |
| <nsets>                          | 256                          | 256   | 256   |
| <bsize>                          | 128                          | 128   | 128   |
| <assoc>                          | 1                            | 1   | 1   |
| <repl>                           | 1                            | 1   | 1   |
| Misses                           | 2198384                      | 11888920  | 2198384   |
| Miss_rate                        | 2,24%                        | 3,28%   | 2,24%   |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento Direto</b>     |   |   |
|                                  | <i>Cache Dados (L2)</i>      | <i>Cache Dados (L2)</i>                           | <i>Cache Instruções unificada com Dados (UL2)</i> |
| <nsets>                          | 256                          | -   | 256   |
| <bsize>                          | 128                          | -   | 128   |
| <assoc>                          | 1                            | -   | 1   |
| <repl>                           | 1                            | -   | 1   |
| Misses                           | 2198384                      | -   | 8325966   |
| Miss_rate                        | 76,34%                       | -   | 67,33%  |

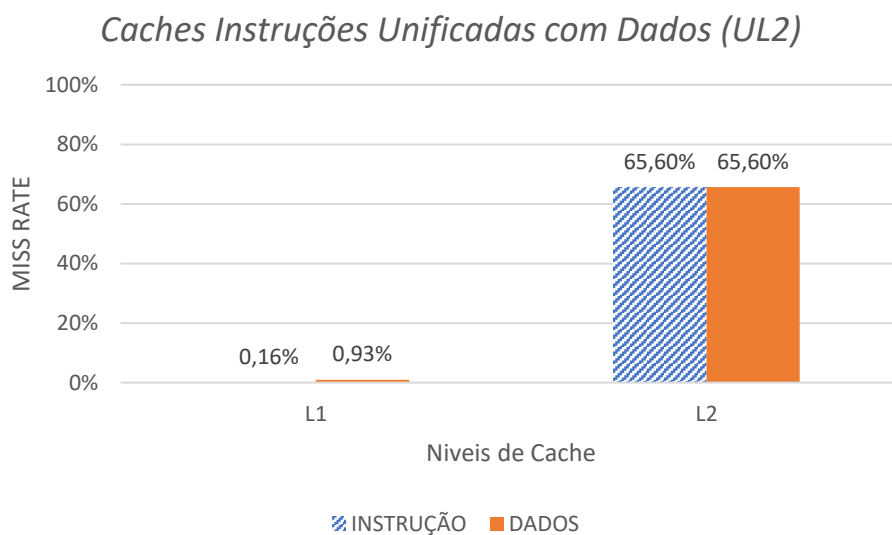
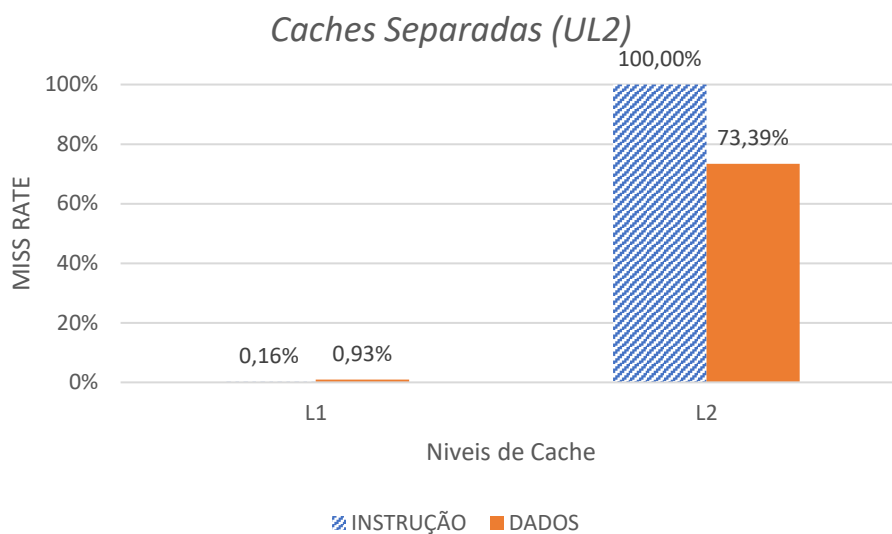
|                                  |                              |   |   |
|----------------------------------|------------------------------|---|---|
| <b>Benchmark</b>                 | <b>IJPEg_2</b>               |   |   |
| <b>Instruções Executadas</b>     | 555677520                    |   |   |
| <b>Instruções L/S Executadas</b> | 141855362                    |   |   |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento Direto</b>     |   |   |
|                                  | <i>Cache Instruções (L1)</i> | <i>Cache Instruções unificada com Dados (UL1)</i> | <i>Cache Instruções (L1)</i>                      |
| <nsets>                          | 128                          | 256   | 128   |
| <bsize>                          | 128                          | 128   | 128   |
| <assoc>                          | 1                            | 1   | 1   |
| <repl>                           | 1                            | 1   | 1   |
| Misses                           | 913038                       | 4648535   | 913038  |
| Miss_rate                        | 0,16%                        | 0,67%   | 0,16%   |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento Direto</b>     |   |   |
|                                  | <i>Cache Instruções (L2)</i> | <i>Cache Instruções (L2)</i>                      | <i>Cache Instruções unificada com Dados (UL2)</i> |
| <nsets>                          | 256                          | -   | 256   |
| <bsize>                          | 128                          | -   | 128   |
| <assoc>                          | 1                            | -   | 1   |
| <repl>                           | 1                            | -   | 1   |
| Misses                           | 913038                       | -   | 1777583   |
| Miss_rate                        | 100%                         | -   | 65,60%  |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento Direto</b>     |   |   |
|                                  | <i>Cache Dados (L1)</i>      | <i>Cache Instruções unificada com Dados (UL1)</i> | <i>Cache Dados (L1)</i>                           |
| <nsets>                          | 256                          | 256   | 256   |
| <bsize>                          | 128                          | 128   | 128   |
| <assoc>                          | 1                            | 1   | 1   |
| <repl>                           | 1                            | 1   | 1   |
| Misses                           | 1318550                      | 4648535   | 1318550   |
| Miss_rate                        | 0,93%                        | 0,67%   | 0,93%   |
| <b>Parâmetros</b>                | <b>Mapeamento Direto</b>     |   |   |
|                                  | <i>Cache Dados (L2)</i>      | <i>Cache Dados (L2)</i>                           | <i>Cache Instruções unificada com Dados (UL2)</i> |
| <nsets>                          | 256                          | -   | 256   |
| <bsize>                          | 128                          | -   | 128   |
| <assoc>                          | 1                            | -   | 1   |
| <repl>                           | 1                            | -   | 1   |
| Misses                           | 1318550                      | -   | 1777583   |
| Miss_rate                        | 73,39%                       | -   | 65,60%  |
|                                  |                              |   |   |

- Gráficos:
  - Benchmark GCC\_2:





- Gráficos:
  - Benchmark JPEG\_2:



Até um certo tamanho, a vantagem fica com a cache unificada, pois a cache tende a equilibrar as buscas por instruções dados, ou seja, se a CPU tende a buscar mais instruções, a cache vai armazenar mais instruções. A mesma coisa acontece se a CPU busca mais dados. Como mostrado no nosso estudo a cache unificada obteve uma leve vantagem sobre a cache separada.