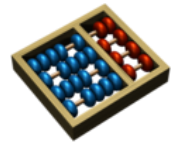




Universidade Estadual de Campinas  
Instituto de Computação  
Arquitetura de Computadores II – MO601  
Prof. Rodolfo Jardim de Azevedo



# Projeto 4

**Experimento de replicação de resultados  
do artigo *Memory Centric Characterization  
and Analysis of SPEC CPU2017 Suite***

**Rubens de Castro Pereira**

**RA 217146**

Campinas – SP

Junho de 2023

# Índice

1	Introdução.....	3
2	Ambiente de Experimentação .....	3
3	Experimento do Projeto .....	4
4	Experimentos Adicionais.....	5
5	Considerações sobre o aprendizado nesse projeto .....	6

# 1 Introdução

Esse projeto tem o propósito de desenvolver um experimento que replique algum dos resultados apresentados no artigo “*Memory Centric Characterization and Analysis of SPEC CPU2017 Suite*”, indicando o processo de realização do experimento dos benchmarks selecionados, a métrica utilizada e a comparação dos resultados. A Seção 2 apresenta o ambiente de experimentação, a Seção 3 detalha a execução e resultados, e a Seção 4 descreve considerações sobre o aprendizado neste projeto.

## 2 Ambiente de Experimentação

O computador utilizado neste experimento será denominado “Laptop Rubens” onde a Tabela 1 apresenta alguns detalhes da configuração dos computadores utilizados nos experimentos. Pode-se observar que os computadores utilizados nos experimentos possuem configuração bem diferentes entre si.

Característica	Laptop Rubens	Computador Artigo
Modelo	Intel(R) Core(TM) i7-2620M CPU	40-core Intel Xeon E5-2698 v4
Frequência da CPU	2.70GHz	2.2GHz
L1i cache	64 KiB (2 instances)	8-way, 32 KB
L1d cache	64 KiB (2 instances)	8-way, 32 KB
L2 cache	512 KiB (2 instances)	8-way, 32 KB
L3 cache	4 MiB (1 instance)	Shared 20-way, 50 MB
Tamanho da linha de cache	64 Bytes	64 Bytes
Memória principal	16 GB	505 GB, DDR4
Sistema Operacional	Windows Subsystem for Linux (WSL) Ubuntu 22.04.2 LTS (GNU/Linux 5.15.90.1-microsoft-standard-WSL2 x86_64)	---

Tabela 1. Configuração do Laptop Rubens e do computador utilizado no artigo.

O sistema operacional base do Laptop Rubens é o Windows 10 Pro 22H2, contudo para a execução de todas as ferramentas foi utilizado o *Windows Subsystem for Linux* (WSL) com o Ubuntu 22.04.2 LTS (GNU/Linux 5.15.90.1-microsoft-standard-WSL2 x86\_64).

### 3 Experimento do Projeto

O experimento foi realizado utilizando o SPEC CPU 2017 e, dentre os diversos benchmarks, foram selecionados os seguintes:

- 531.deepsjeng\_r: programa da área de domínio da inteligência artificial que joga variações de xadrez utilizando busca em árvore alfa-beta da suíte SPECrate 2017 Integer;
- 538.imagick\_r: programa de manipulação de imagens que realiza várias transformações em imagens de entrada da suíte SPECrate 2017 Floating Point;
- 638.imagick\_s: programa de manipulação de imagens da suíte SPECspeed 2017 Floating Point.

A métrica a ser comparada foi IPC (Instruções por Ciclo) e os dados foram coletados com a ferramenta de análise *perf*.

Os comandos utilizados para a execução do experimento por meio do SPEC CPU 2017 são apresentados a seguir:

- `perf stat runcpu --config=projeto04 --noreportable --iterations=1 531.deepsjeng_r`
- `perf stat runcpu --config=projeto04 --noreportable --iterations=1 538.imagick_r`
- `perf stat runcpu --config=projeto04 --noreportable --iterations=1 638.imagick_s`

A Tabela 2 apresenta os dados coletados após a execução do experimento, a qual indica o benchmark executado, o número de instruções executadas, o número de ciclos de execução e o IPC obtido no Laptop Rubens. A coluna 5 da tabela apresenta os valores estimados dos benchmarks selecionados do artigo referência a partir da Figura 3.

Benchmark	Número de Instruções Executadas	Ciclos	IPC Laptop Rubens	IPC estimado do computador do artigo
531.deepsjeng_r	1,963,001,964,112	1,344,526,586,469	<b>1.46</b>	<b>1.7</b>
538.imagick_r	4,098,276,981,208	1,799,915,281,828	<b>2.28</b>	<b>2.7</b>
638.imagick_s	64,430,187,824,838	31,640,567,351,734	<b>2.04</b>	<b>2.6</b>

Tabela 2. Dados coletados na execução dos benchmarks pelo SPEC CPU 2017.

A Figura 1 apresenta o gráfico dos resultados obtidos para os benchmarks selecionados (531.deepsjeng\_r, 538.imagick\_r e 638.imagick\_s) nos dois experimentos, indicando relativa proximidade nos resultados de ambos experimentos. Como se pode observar na configuração dos computadores (Tabela 1), o computador utilizado no artigo possui características distintas em relação ao Laptop Rubens implicando nas diferenças dos resultados obtidos.

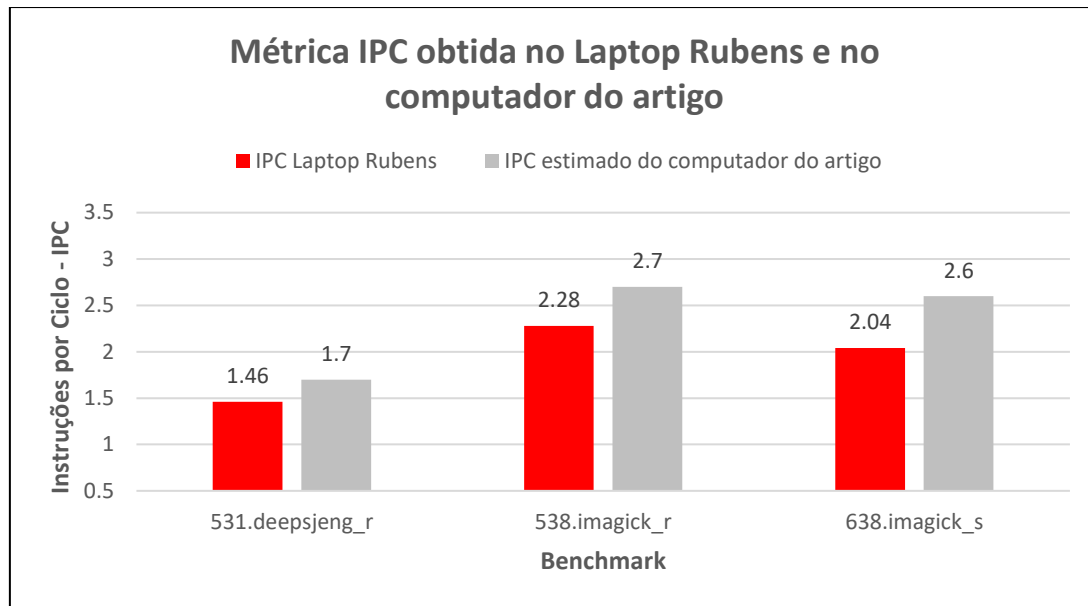


Figura 1. Gráfico da métrica IPC (Instruções por Ciclos) para os benchmarks selecionados (531.deepsjeng\_r, 538.imagick\_r e 638.imagick\_s) e executados no Laptop Rubens, bem como os valores estimados do computador do artigo.

## 4 Experimento Adicional

Adicionalmente, outro experimento foi realizado coletando o número de instruções executadas para um conjunto expandido dos benchmarks extraídos das quatro suítes da ferramenta SPEC CPU 2017 (*intspeed*, *intrate*, *fpspeed* e *fprate*) cujos resultados estão na Tabela 3. A Figura 2 apresenta o gráfico desses resultados com valores expressos em bilhões e na escala logarítmica.

Suite	Benchmark	Número de Instruções Executadas no Laptop Rubens
SPECrate®2017 Integer	520.omnetpp_r	1,232,643,034,873
	531.deepsjeng_r	1,963,001,964,112
SPECspeed®2017 Integer	620.omnetpp_s	1,232,757,062,682
	631.deepsjeng_s	2,293,851,692,553
SPECrate®2017 Floating Point	521.wrf_ro	3,556,545,936,880
	538.imagick_r	4,098,276,981,208
	549.fotonik3d_r	2,078,734,689,113
SPECspeed®2017 Floating Point	621.wrf_so	20,043,292,977,959
	638.imagick_s	64,430,187,824,838
	649.fotonik3d_s	347,184,298,983

Tabela 3. Experimento adicional com os dados coletados de número de instruções executadas em variados benchmarks do SPEC CPU 2017.

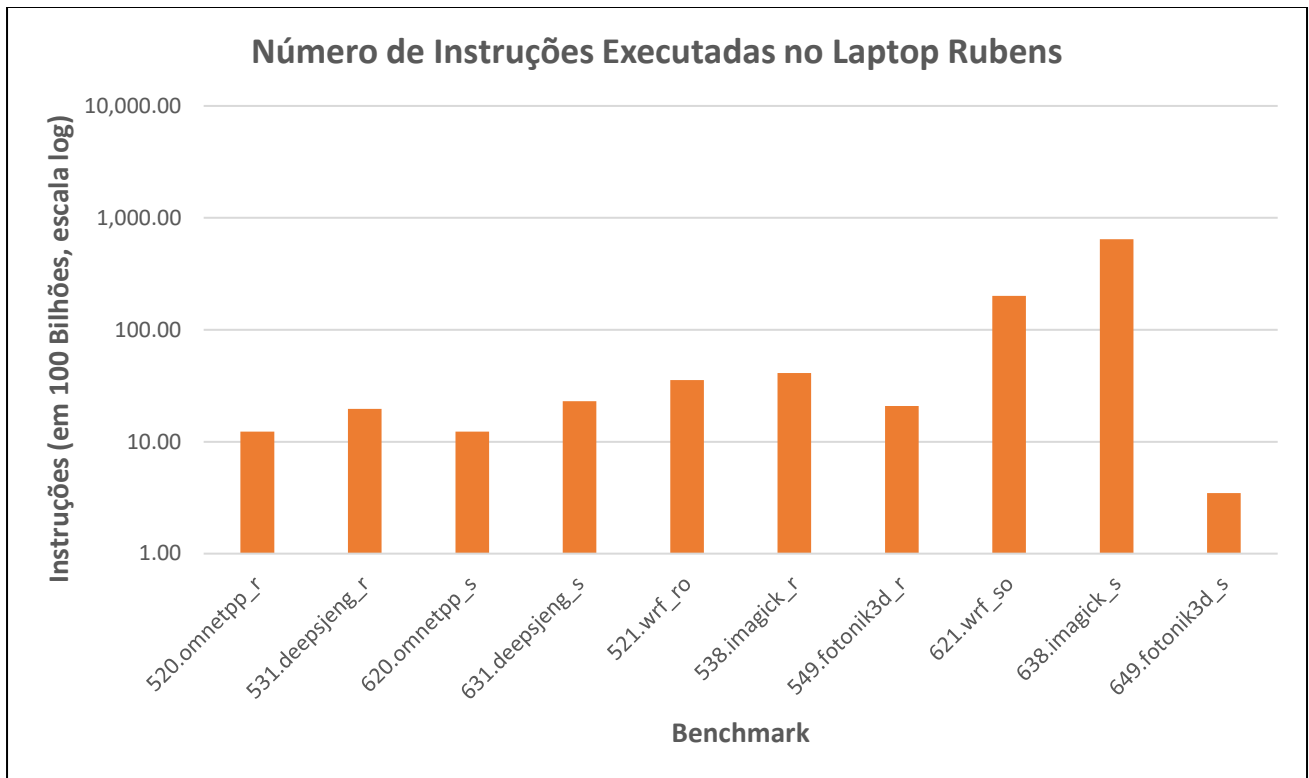


Figura 2. Gráfico da métrica Instruções executadas de benchmarks ampliados.

## 5 Considerações sobre o aprendizado nesse projeto

Esse projeto propôs uma atividade de replicação de resultados experimentais a partir ferramenta SPEC CPU 2017, contudo, em computador e ambiente operacional distinto. Para os três benchmarks selecionados, os valores obtidos na métrica IPC foi relativamente próxima aos do experimento do artigo.

Como esse projeto fez uso de uma ferramenta de simulação trabalhada anteriormente, a realização desse projeto com a execução e coleta de dados foi bem mais rápida e direta do que o projeto anterior.

Ao final desse projeto me sinto mais familiarizado com ferramentas de simulação, compreendendo com maior profundidade o significado e uso dos dados coletados.