



IME-USP



Variabilidade em Tempos de Execução & Reprodutividade

MAC5742 – Introdução a Programação Paralela e Distribuída

Prof. Alfredo Goldman

Alunos.: Erik M. de Elias (edeelias@acm.org), Paulo Eduardo Nogueira (pauloe.nogueira@usp.br), Victor Mattos(vhmattosweb@gmail.com)



IME-USP

Variabilidade de Tempos em Execução de Programas

- TICHY, W. F. Should computer scientists experiment more?;
- RAMESH, V.; GLASS, R. L.; VESSEY, I. Research in computer science: an empirical study;



Abordagem da Pesquisa	Ciência da Computação	Engenharia de Software	Sistemas de Informação
Descritiva	9,8%	27,9%	9,0%
Descrição de sistemas	4,1%	8,1%	2,7%
Revisão da literatura	0,6%	1,6%	-
Outros descritivos	5,1%	18,2%	6,3%
Avaliativa	11,0%	13,8%	66,8%
Avaliativa-dedutiva	1,1%	4,3%	46,7%
Avaliativa-interpretativa	-	<1%	4,7%
Avaliativa-crítica	-	1,4%	-
Avaliativa-outras	9,9%	7,3%	15,4%
Formulada	79,1%	55,3%	24,2%
Conceito-formulado	17,0%	3,0%	1,0%
Framework-formulado	2,4%	4,1%	2,5%
Guidelines/Standards-formulado	0,6%	4,3%	0,8%
Modelo-formulado	5,7%	9,8%	12,5%
Processo, Método, Algoritmo-formulado	52,6%	36,0%	4,7%
Classificação/Taxonomia-formulada	0,8%	1,1%	2,7%

Método de Pesquisa	Ciência da Computação	Engenharia de Software	Sistemas de Informação
Pesquisa de ação	-	0%	0,8%
Análise conceitual	15,1%	43,5%	14,7%
Análise/Matemática conceitual	73,4%	10,6%	12,1%
Implementação de conceito (Prova de conceito)	2,9%	17,1%	1,6%
Estudo de caso	0,2%	2,2%	12,5%
Análise de dados	0,2%	2,2%	5,3%
Etnografia	-	-	0,2%
Experimento de campo	-	<1%	1,6%
Estudo de campo	0,2%	<1%	24,5%
Teoria fundamentada	-	<1%	0,2%
Hermenêuticas	-	<1%	-
Desenvolvimento de instrumentos	-	-	3,5%
Experimento laboratorial (Humanos)	1,8%	3,0%	16,2%
Revisão/Análise da literatura	0,3%	1,1%	0,8%
Experimento laboratorial (Software)	1,9%	<1%	0,6%
Prova Matemática	2,4%	<1%	0,2%
Análise de protocolo	-	-	1,2%
Simulação	1,8%	1,1%	1,4%
Pesquisa descritiva/exploratória	-	1,6%	2,7%



IME-USP

Variabilidade de Tempos em Execução de Programas



- MYTKOWICZ, T. et al. Producing wrong data without doing anything obviously wrong!
- MAZOUZ, A.; BARTHOU, D. Analysing the variability of openMP programs performances on multicore architectures.
- VICENTE, E.; MATIAS JR., R. Modeling and Simulating the Effects of OS Jitter.
- TOUATI, S.; WORMS, J.; BRIAIS, S. The Speedup-Test: a statistical methodology for programme speedup analysis and computation.



IME-USP

Variabilidade de Tempos em Execução de Programas

- Multiplas comparações;
 - *Familywise error rate*; (erro Tipo I)
 - *Holm test*. (p-values ajustados)
 - *p-values* < 0,05;

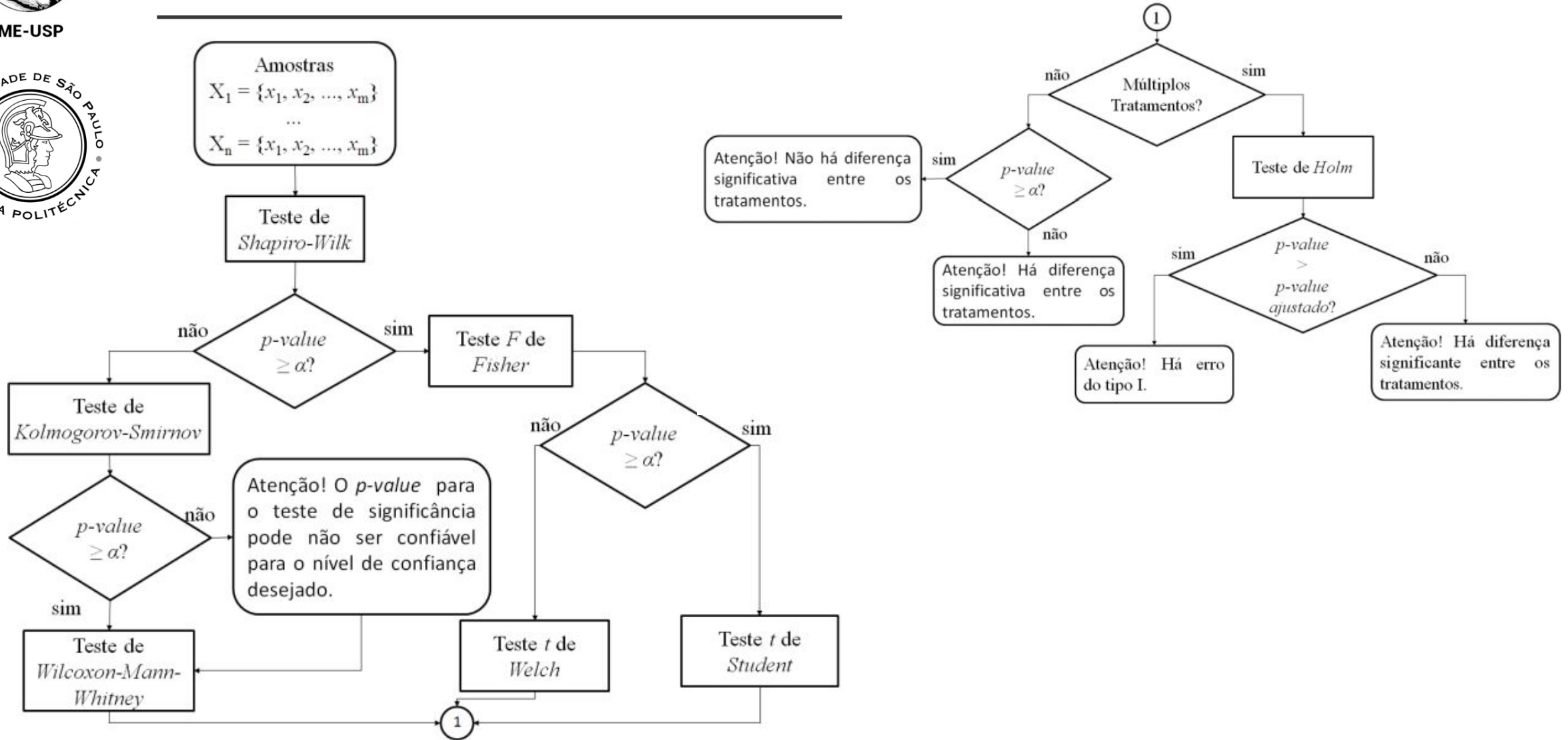




IME-USP



Variabilidade de Tempos em Execução de Programas





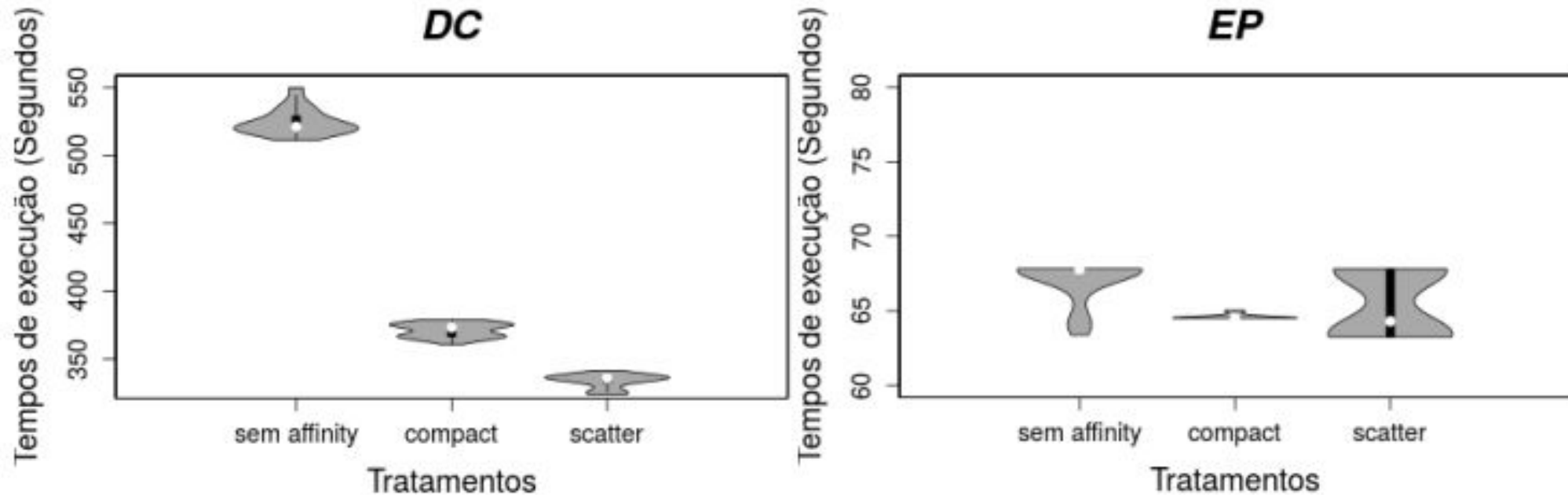
IME-USP

Variabilidade de Tempos em Execução de Programas



	<i>sem affinity</i>	<i>compact</i>	<i>scatter</i>
Maior Variabilidade	40,00%	53,33%	20,00%
Menor Variabilidade	36,67%	40,00%	40,00%

2 Threads

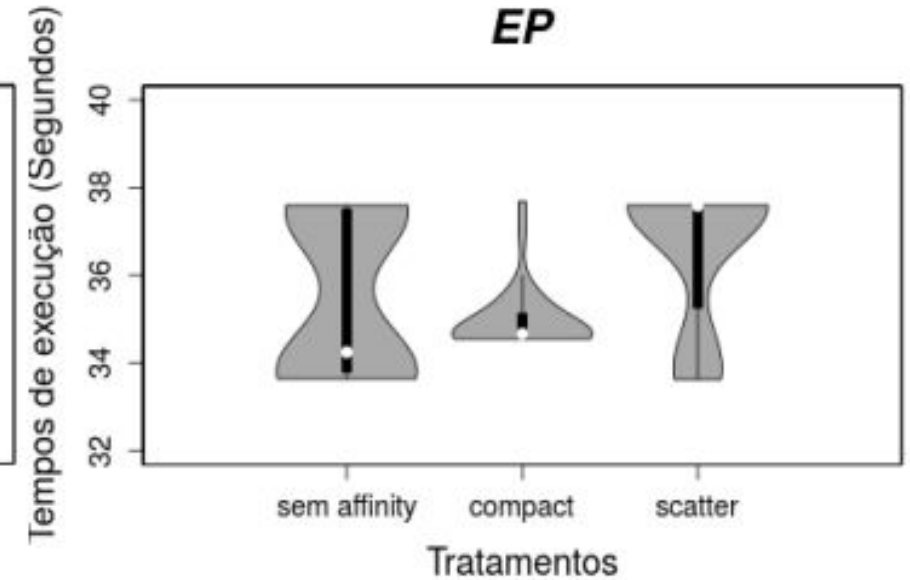
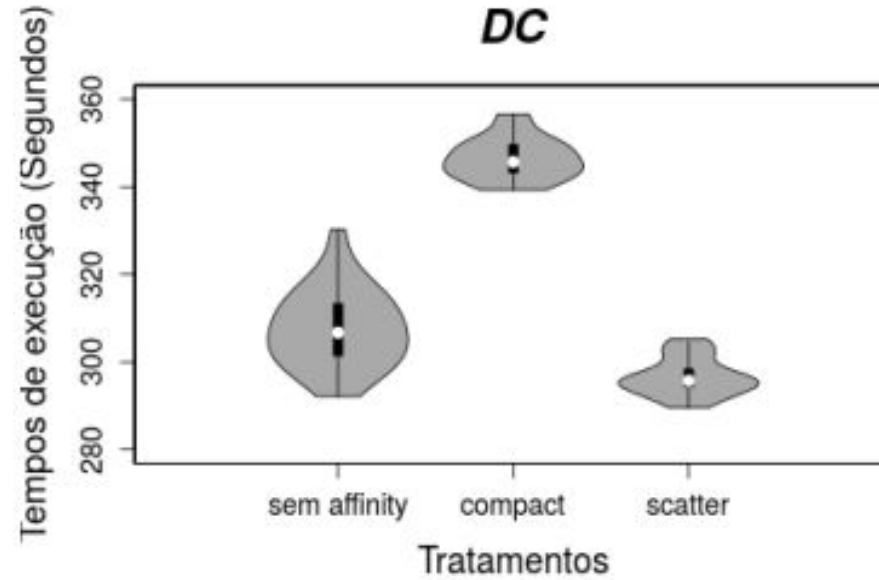




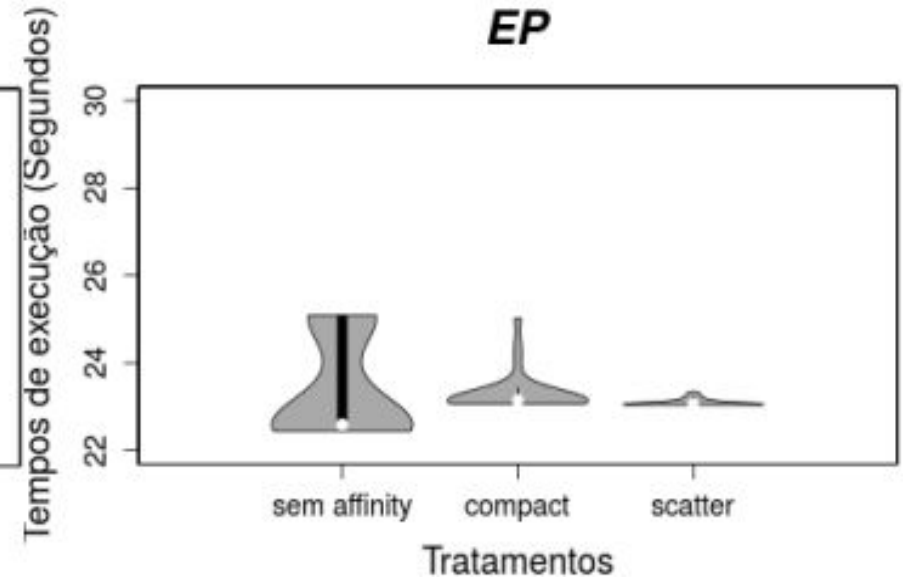
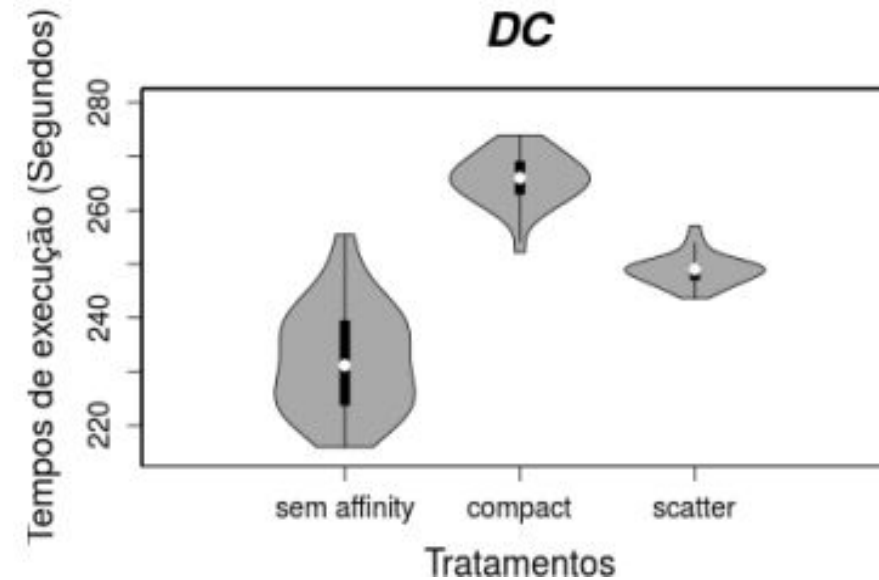
IME-USP

Variabilidade de Tempos em Execução de Programas

4 Threads



6 Threads



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA



IME-USP

Variabilidade de Tempos em Execução de Programas



	SA 4TH	SA 6TH	CP 2TH	CP 4TH	CP 6TH	SC 2TH	SC 4TH	SC 6TH
SA2TH	100,00	100,00	100,00	90,00	100,00	60,00	100,00	100,00
SA4TH		100,00	100,00	90,00	90,00	100,00	100,00	90,00
SA6TH			100,00	100,00	90,00	100,00	100,00	90,00
CP2TH				100,00	100,00	90,00	100,00	100,00
CP4TH					100,00	100,00	100,00	100,00
CP6TH						100,00	100,00	90,00
SC2TH							100,00	100,00
SC4TH								100,00

Os valores estão em %.

3,03% das comparações do Benchmark MG apresentaram erro do tipo I.



IME-USP

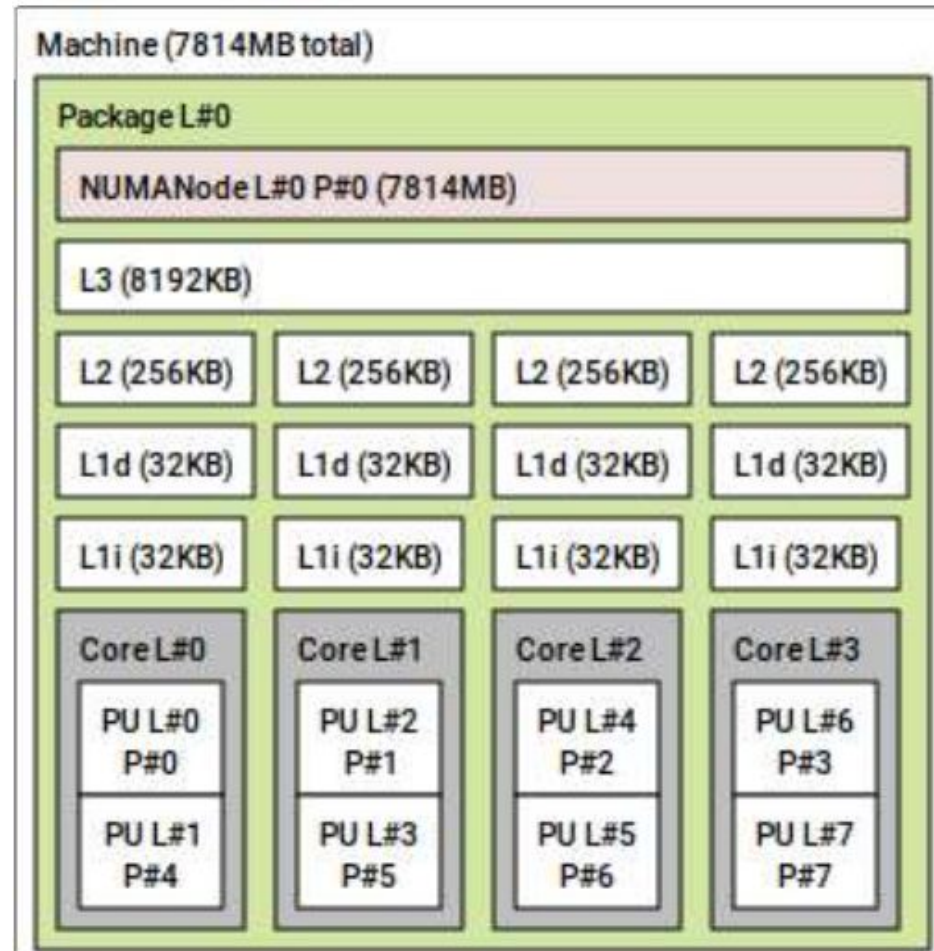
Análise EP1

Máquina utilizada:

- Intel i7 (4 cores+8 lógicos)
- OpenSUSE 15.5;
- Runlevel 5;
- Versão kernel

10 Tratamentos analisados:

- Grid_size de 64 e 4096
- Sequencial
- OpenMP com 2 e 8 threads
- PThreads com 2 e 8 threads





IME-USP

Análise EP1



	Seq		OpenMP (2 threads)		PThreads (2 threads)		OpenMP (8 Threads)		PThreads (8 threads)	
	64	4096	64	4096	64	4096	64	4096	64	4096
Grid_Size	64	4096	64	4096	64	4096	64	4096	64	4096
Média	0,00197	7,70882	0,00120	3,91227	0,00343	4,45979	0,00068	1,45263	0,01430	2,15108
Mediana	0,00193	7,70912	0,00112	3,90822	0,00339	4,46082	0,00064	1,45133	0,01590	2,25571
Desvio Padrão	0,00016	0,00318	0,00026	0,02201	0,00012	0,00650	0,00017	0,00432	0,00298	0,23779
Variância	0,00000	0,00001	0,00000	0,00048	0,00000	0,00004	0,00000	0,00002	0,00001	0,05655
Intervalo Conf	0,00006	0,00114	0,00009	0,00788	0,00004	0,00233	0,00006	0,00155	0,00106	0,08509

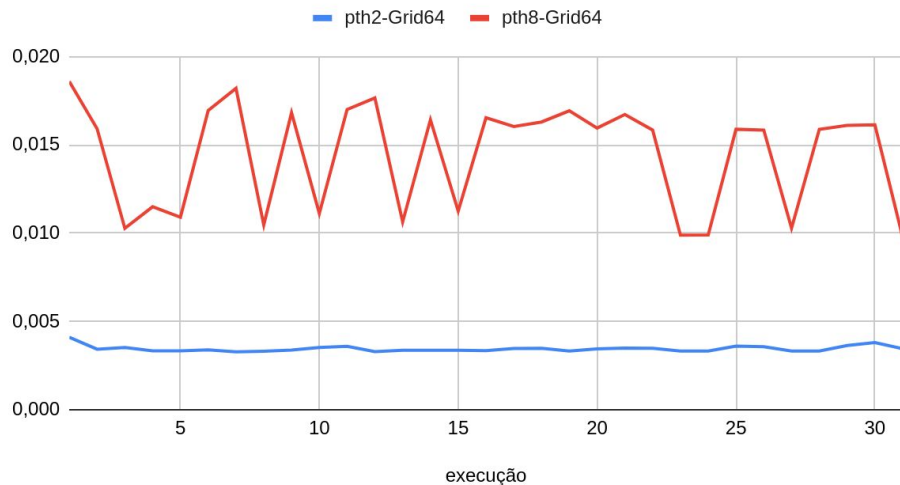


IME-USP

Análise EP1



pth2-Grid64 e pth8-Grid64



		H1			
		omp64-2th	omp64-8th	pth64-2th	pth64-8th
H0	seq64	1,136E-07	6,667E-09	1,000E+00	1,000E+00
	omp64-2th		1,169E-07	1,000E+00	1,000E+00
	omp64-8th			1,000E+00	1,000E+00
	pth64-2th				1,000E+00

		H1			
		omp4096-2th	omp4096-8th	pth4096-2th	pth4096-8th
H0	seq4096	7,005E-09	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16
	omp4096-2th		7,005E-09	1,000E+00	7,005E-09
	omp4096-8th			1,000E+00	1,000E+00
	pth4096-2th				2.2e-16

- as amostras seguem uma distribuição Gaussiana mas não possuem a mesma variância
- as amostras seguem uma mesma distribuição
- as amostras não seguem a mesma distribuição



IME-USP

Análise EP1



Grid_Size 64	
P-Values	P-Values Ajustado
0,00000000667	0,00020001000
0,00000011360	0,00227200000
0,00000011690	0,00227200000
Resultado:	Estatisticamente Significante

Grid_Size 4096	
P-Values	P-Values Ajustado
0,000000000	0,000000000
0,000000000	0,000000000
0,000000000	0,000000280
0,000000007	0,000210150
0,000000007	0,000210150
0,000000007	0,000210150
Resultado:	Estatisticamente Significante



IME-USP

Go Language



- FREITAS, L. A.; MATOS, F. B., NOGUEIRA, P. E., Estudo Experimental sobre Paralelismo na Linguagem Go usando Goroutines;
- Este trabalho apresenta um estudo experimental sobre o desempenho do paralelismo implementado pela linguagem Go através das goroutines

		Nível(-)	Nível(+)
Fatores	<i>Cidades (C)</i>	246	123
	<i>Paralelismo (P)</i>	Sequencial	Paralelo

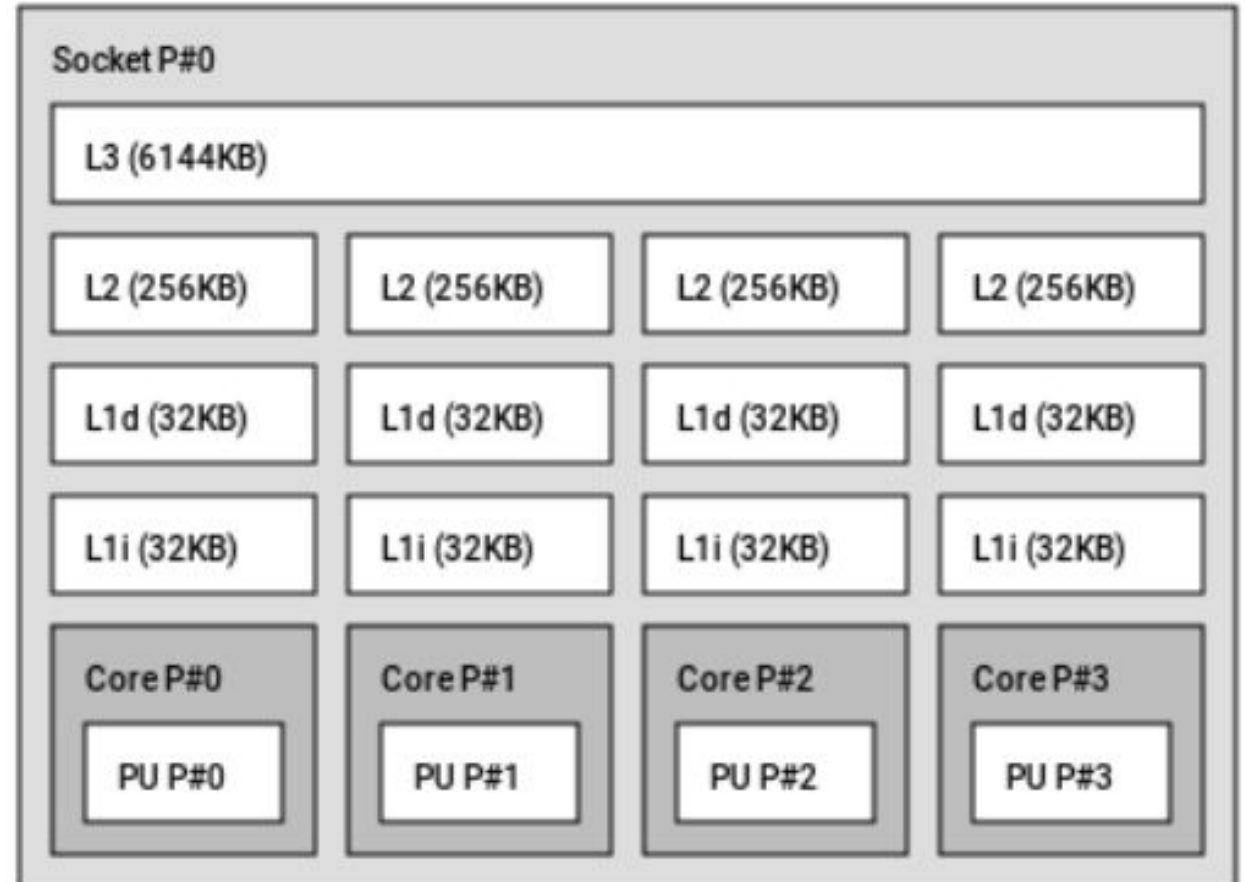


IME-USP

Go Language

Máquina utilizada:

- Intel i-5, Quad-Core, 1.6GHz;
- 8 GB de RAM;
- OpenSUSE Leap 42.2;
- GoLanguage 1.8;
- Runlevel 5;





IME-USP

Go Language (RESULTADOS)



- Apenas os tratamentos Seq123 e Seq246 seguem uma distribuição Gaussiana para um nível de confiança de 95%;
- Para os tratamentos Par123 com Par246 não obteve diferença estatisticamente significativa entre as amostras, porém esse resultado pode não estar correto para o nível de confiança de 95%.
- Ao calcular o speedup da mediana, entre os tratamentos Seq123 e Par123, observou-se uma melhora de 2,32 e quando foi analisado os tratamentos Seq246 e Par246, identificou-se que o speedup foi de 2,34.



IME-USP

Reprodutibilidade

- Repetir um experimento ou estudo utilizando os mesmos métodos, procedimentos e dados originais.
- Permite que outros pesquisadores obtenham resultados semelhantes ou idênticos aos originais, fortalecendo a confiabilidade e a validade dos achados científicos.
- A reprodutibilidade é essencial para a ciência, pois, ela permite que os resultados alcançado seja confirmado por outros pesquisadores. Ela também promove transparência sobre o trabalho realizado.





IME-USP

Reprodutibilidade



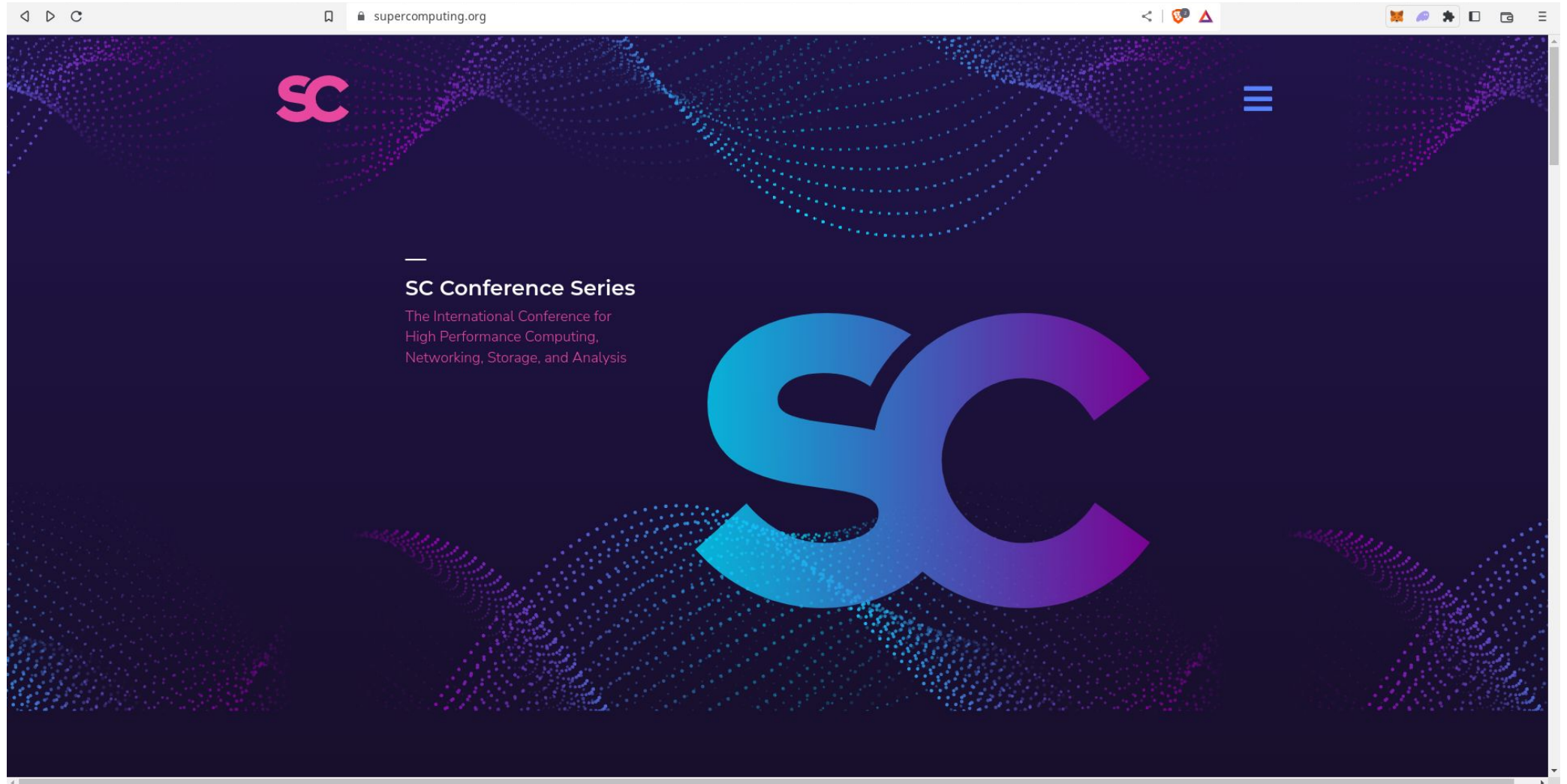
Table 4 Reported average time to process an OMR sheet

Proposal	Time in seconds
AL-Marakeby [2] using parallel processing	0.34
AL-Marakeby [2] using sequential processing	0.67
Sanguansat [36]	0.74
Rachchh and Gopi [33]	1.15
Chai[8]	1.40
Karunanayake [22]	2.00
Dayananda Kumar et al. [9]	2.50
Patel et al. [31]	3.00
Shivanna et al. [37]	6.00
Zampirolli and Gonzalez [46]	10.00
Catalan [7]	68.00
Average time	2.78



IME-USP

Reprodutibilidade





IME-USP

SC Reproducibility Initiative



- **Artifact Description (AD)**
- **Artifact Evaluation (AE)**
- **ACM Reproducibility Standard**
- **Reproducibility Challenge**

2015 - after the conference: one paper did so.

2016 - nine submitted, three were finalists

2019 - standard form, Three new Technical Program tracks



IME-USP

SC Reproducibility Initiative - ACM Badges



Artifacts Available

- Assigned DOI.
- Links to code and data repositories on a versioning hosting platform.



Artifacts Evaluated-Functional

- Documentation: Are the artifacts sufficiently documented?
- Completeness: Do the submitted artifacts include all of the key components?
- Exercisability: Do the submitted artifacts include all needed to run, and successfully executed?



Results Reproduced

- Reproduce Behavior: This is of specific importance where results are hardware-dependent.
- Reproduce the Central Results and Claims of the Paper: We do not aim to reproduce all the results and claims of the paper.



IME-USP

SC Reproducibility Initiative

Best Reproducibility Advancement Award

This award aims to encourage transparency and reproducibility and to reward outstanding efforts that broadly fall under the following scope:

- Improvements in transparency and reproducibility of research in HPC, e.g., via tools or methods
- Efforts to build transparent and reproducible research objects
- Experimental design methodologies for verifying and future-proofing scientific claims and conclusions
- Generation and publication of open datasets/software of relevance to the SC community
- General advancements in transparency and reproducibility





IME-USP



SC Reproducibility Initiative

Criteria

The award will be given based on the advancements in transparency and reproducibility and/or **extraordinary examples of reproducible** research in a paper or research object.

Typical examples include:

- Developing novel tools and methodologies to assist transparency and reproducibility
- Demonstrating and studying transparency and reproducibility at SC
- Enabling transparency and reproducibility in a subfield at SC with barriers for transparency and reproducibility
- Showcasing best practices
- Automating reproduction



IME-USP

Thank you!



Without data it's difficult to validate results. But without code, we waste the opportunity to advance science.

Neil Chue Hong, Director, Software Sustainability Institute, University of Edinburgh, UK