

Ferramentas de estatísticas e de inteligência computacional para análise do WCET em arquiteturas modernas.



Tadeu Andrade

Orientador(es): George Lima

Verônica Lima



[WEPGCOMP 2022](#)

Ficha do trabalho

Título	Ferramentas de Estatísticas e de Inteligência Computacional para Análise do WCET em Arquiteturas modernas.
Nome	Tadeu Nogueira Costa de Andrade
Curso	Doutorado
Orientador(es)	George Lima, Verônica Maria Gadena Lima
Ingresso	Outubro 2017
Qualificação	Junho/2023
Defesa	Junho 2024
Bolsista?	Não

Contextualização

- **STR** – Sistemas que precisam cumprir prazos;
- **Comportamento correto** – Executar tarefas respeitando o limite máximo de tempo de execução pré-definido (WCET).

Evolução dos hardwares e softwares



Dificuldade em realizar estimativas WCET

Análise WCET em arquiteturas modernas

- **Análise de Tempo Probabilísticas Baseada em Medições (MBPTA)**
 - Incorporar as incertezas nas estimativas;
 - Distribuições de probabilidade de pior caso ➔ WCET probabilístico (pWCET);
 - Teoria dos valores Extremos – EVT.

Problema

1. Dificuldade de reproduzir as mesmas condições reais de operação ➔ **Amostras não representativas ;**
2. Dificuldade em manter o controle completo sobre os estados do hardware ➔ **Reprodutibilidade;**

Complexidade em obter estimativas seguras para arquiteturas modernas de hardwares e softwares;

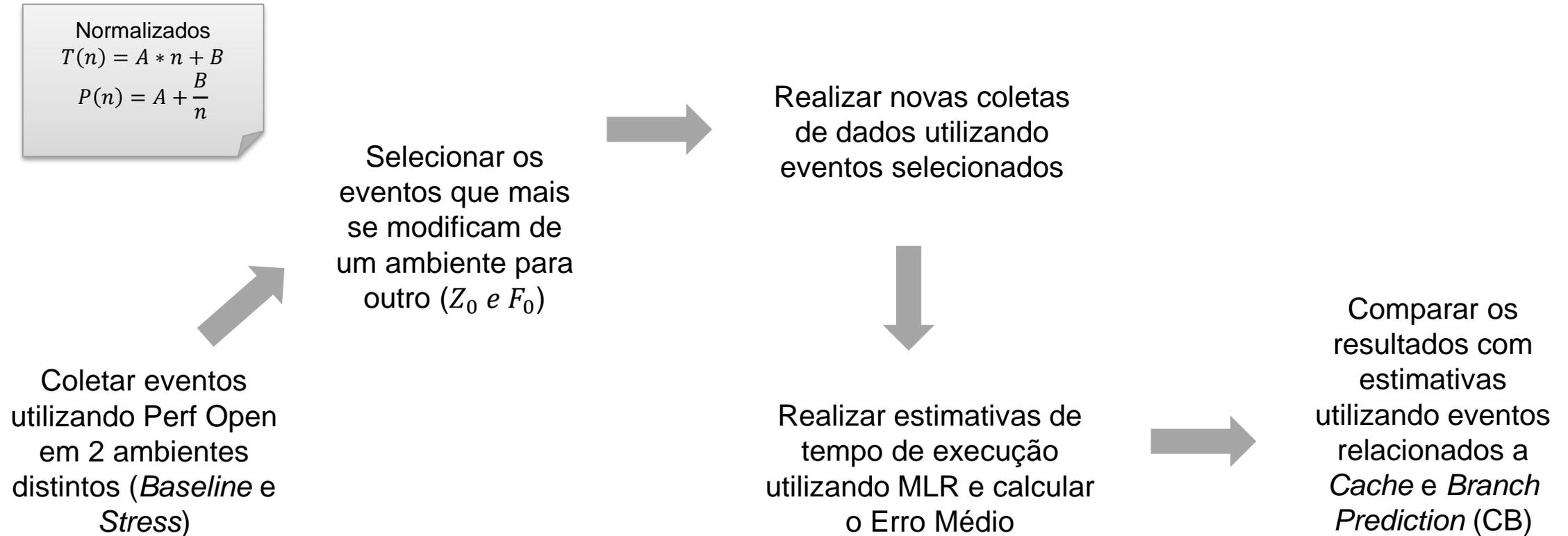
Objetivo(s) da pesquisa

Desenvolver abordagens estatísticas para realizar estimativas de **pWCET** capazes de contornar problemas de **representabilidade e reprodutibilidade**, a fim de garantir estimativas **seguras e consistentes**.

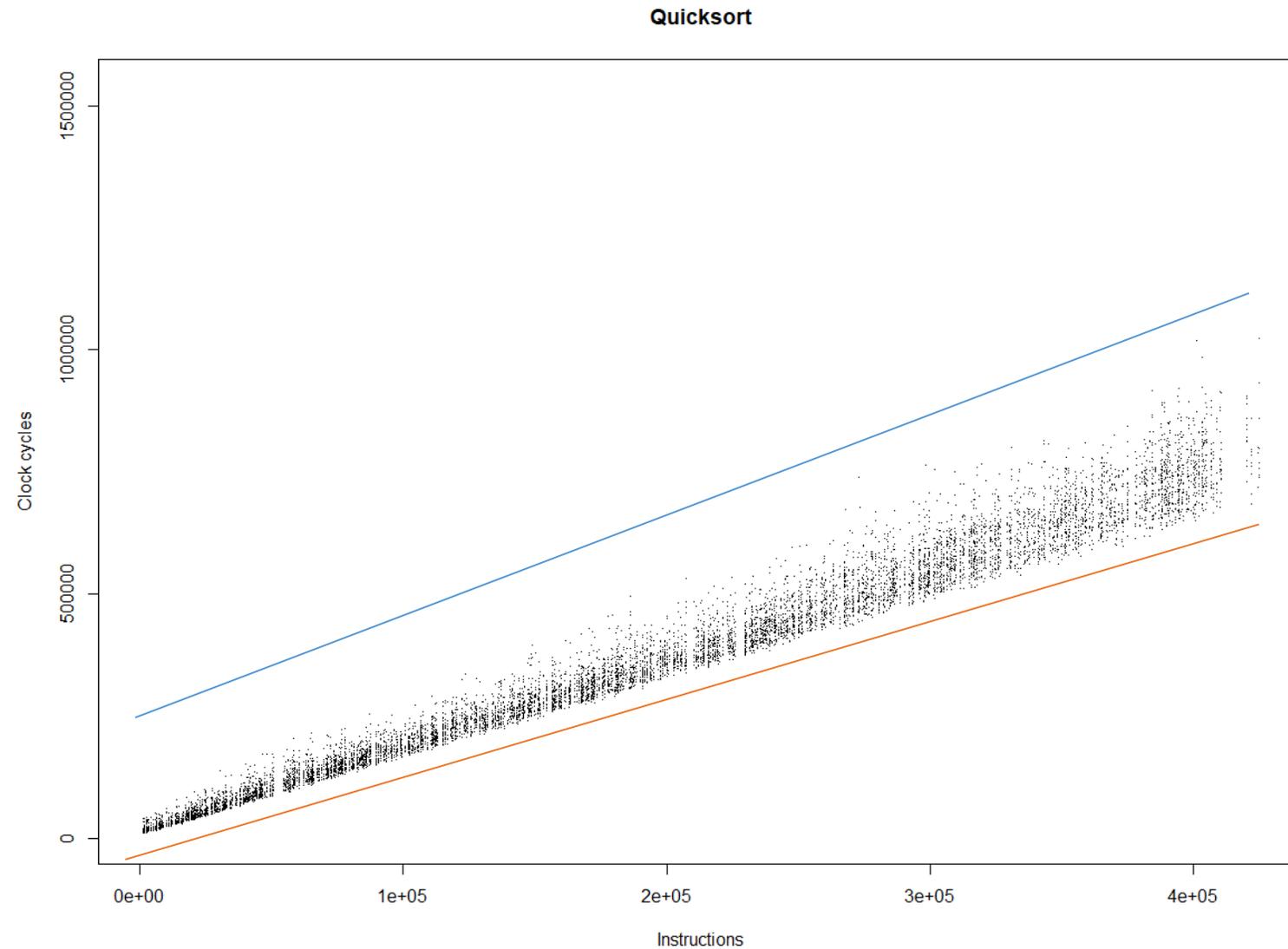
Método(s) de pesquisa

- Simulador Sniper v6;
- Raspberry Pi Versão 3 modelo B;
- Perf Event Open;
- Ferramentas de aprendizado de máquina - MLR;
- Programação Linear;
- Teoria dos Valores Extremos;
- Aplicações de equações estatísticas para problemas específicos.

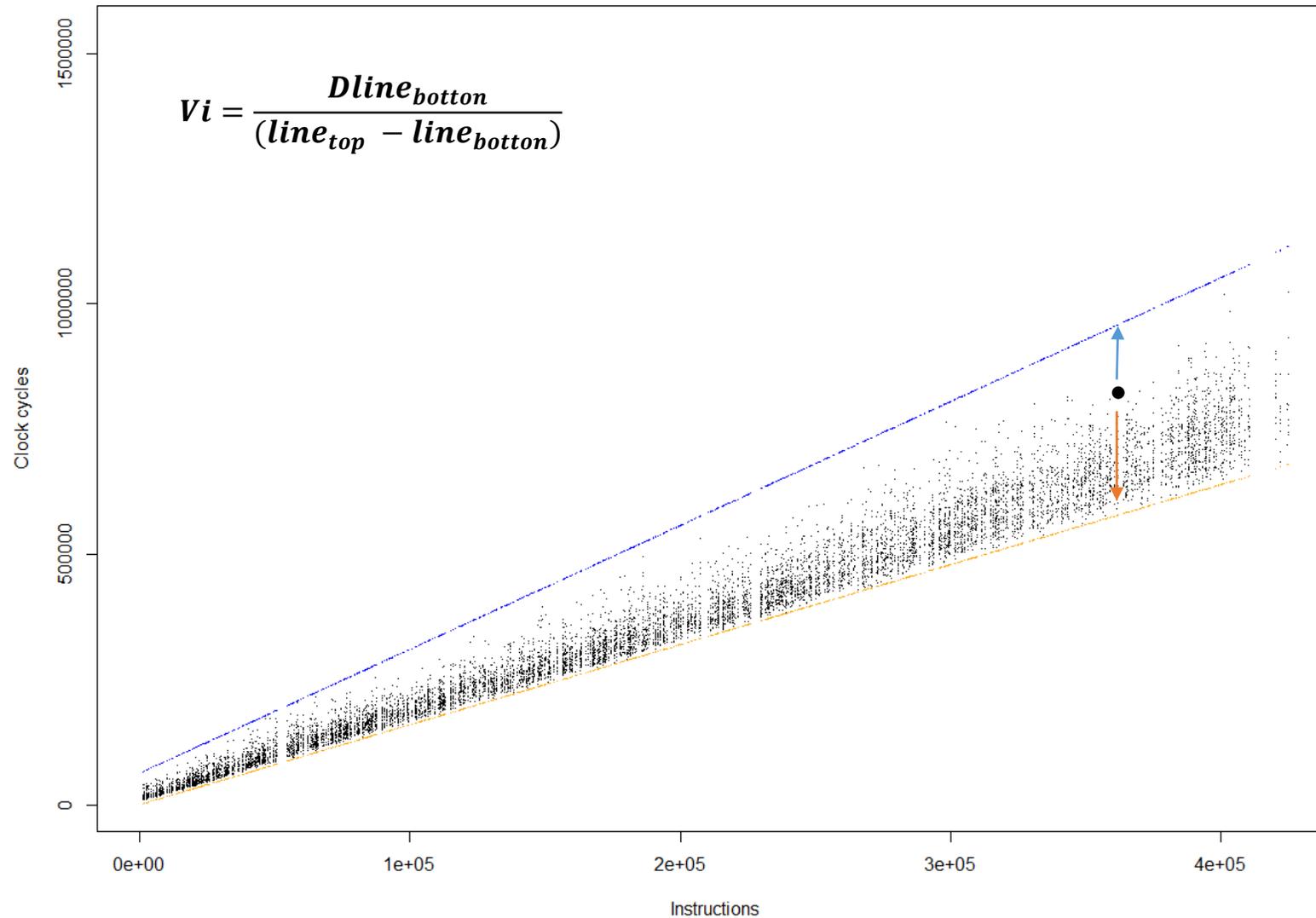
1- Eventos de Hardwares para modelar o tempo de execução



2- Programação Linear e EVT para estimativas de pWCET.



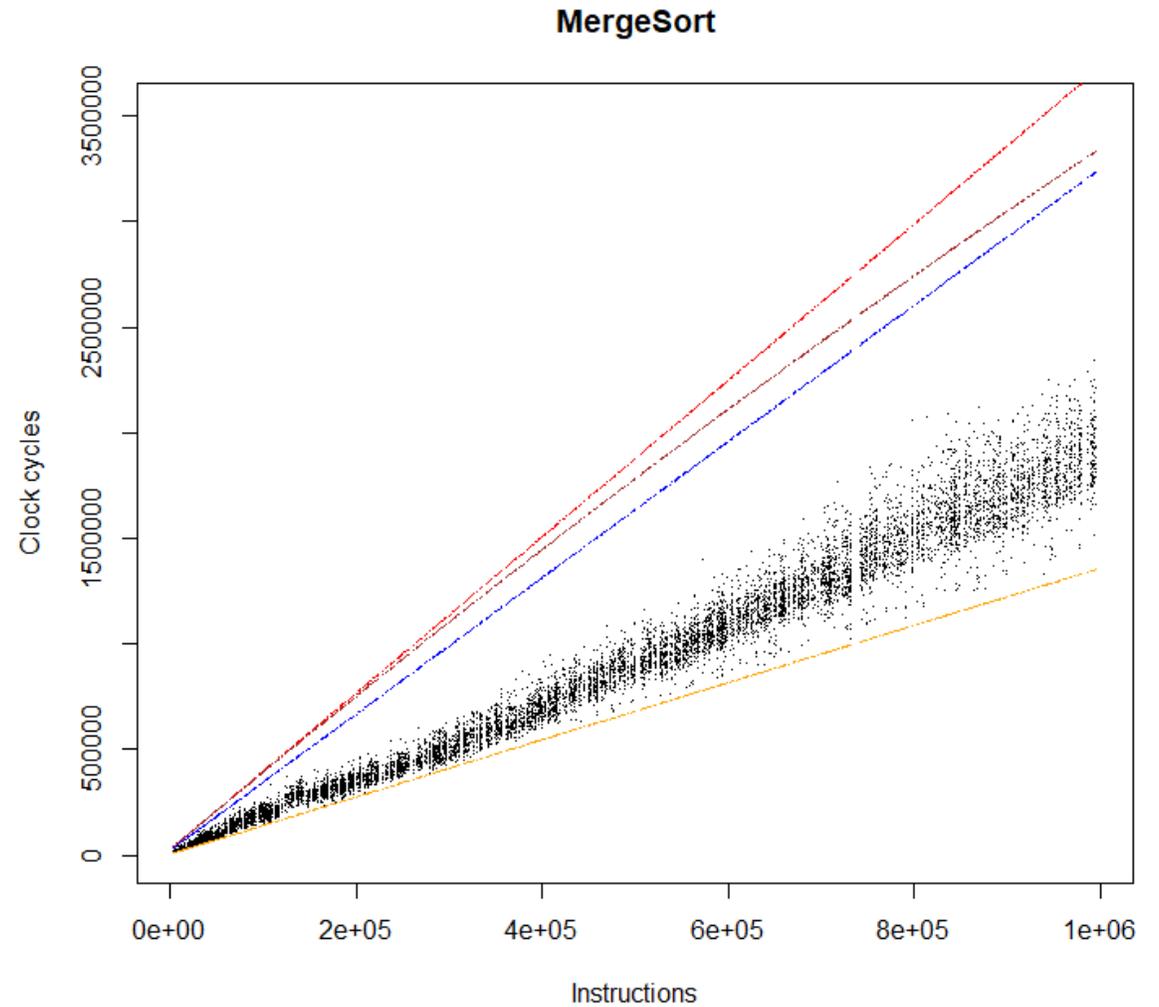
Programação Linear e EVT para estimativas de pWCET.



Programação Linear e EVT para estimativas de pWCET.

EVT : PoT \rightarrow Vi

- Estacionário
- Não estacionário
(distância entre as retas)



Estágio atual e resultados parciais*

- **15 algoritmos** - Malardalen benchmarks
 - 5 amostras coletadas com 10000 execuções, totalizando 50000 para cada algoritmos
 - 1 amostra contendo todas as 5 coletas
- **3 ambientes distintos**
 - Sem interferência modo console
 - Sem interferência modo Desktop
 - Com interferência - Interferência de cache (Bechtel, 2019)
- **Total de 270 ajustes e estimativas**

$$6_{amostras} * 3_{ambientes} * 15_{algoritmos} = 270$$

Estágio atual e resultados parciais*

- **Dietrich** - Avaliação das amostras para aplicação de EVT

DIETRICH CYCLES								
POR AMBIENTE								
	TOTAL	%	sem interferência modo texto	%	sem interferência	%	Com interferência	%
bom	71	26,30	10	11,11	6	6,67	55	61,11
regular	36	13,33	8	8,89	8	8,89	20	22,22
Ruim	163	60,37	72	80,00	76	84,44	15	16,67

DIETRICH VI								
POR AMBIENTE								
	TOTAL	%	sem interferência modo texto	%	sem interferência	%	Com interferência	%
bom	188	69,62	57	63,33	56	62,22	75	83,33
regular	48	17,77	18	20,00	17	18,89	13	14,44
Ruim	34	12,59	34	12,59	17	18,89	2	2,22

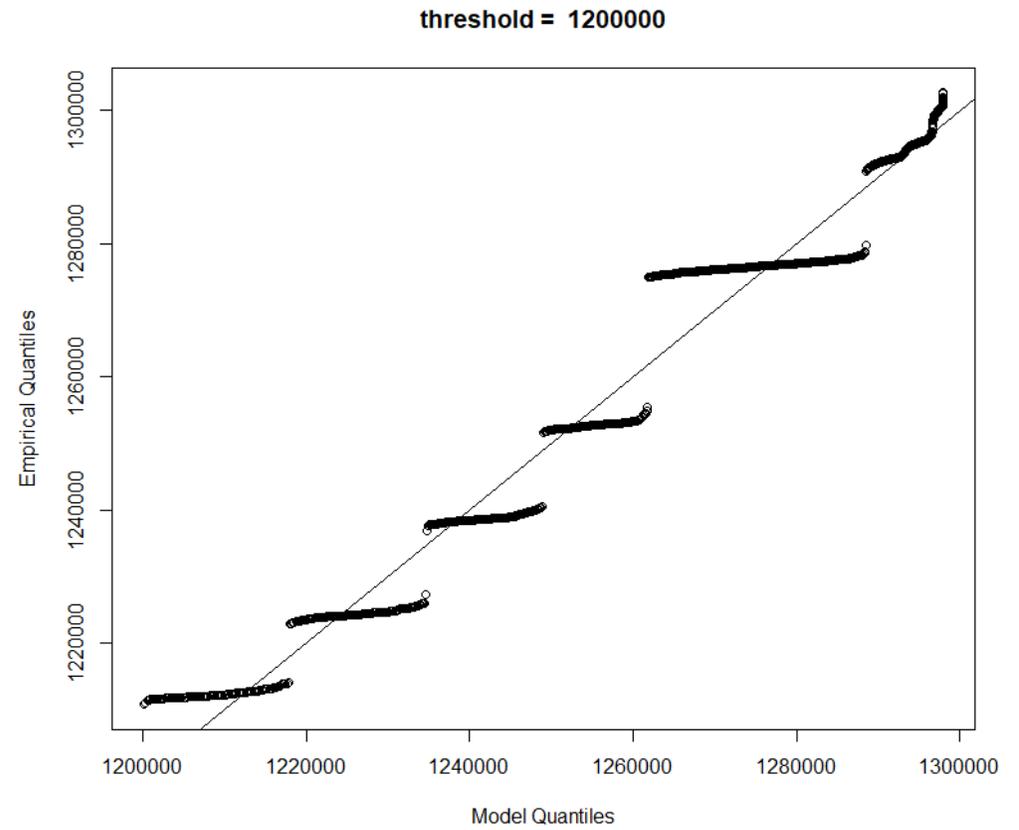
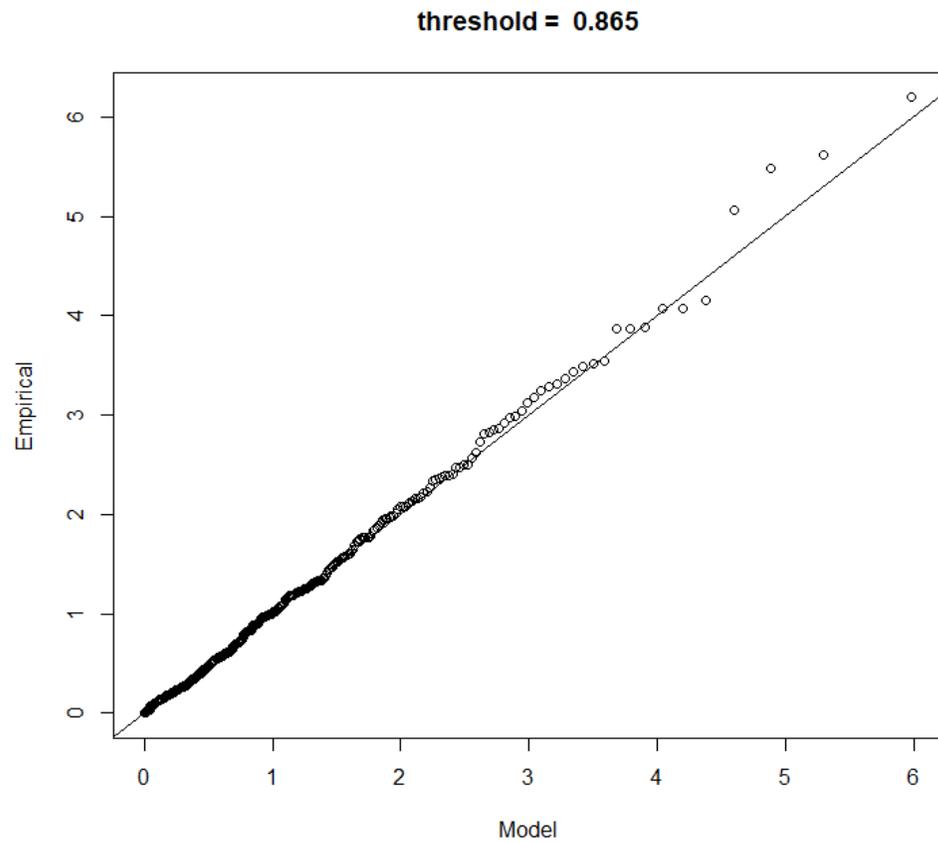
Estágio atual e resultados parciais*

ABORDAGEM TRADICIONAL								
POR AMBIENTE								
	TOTAL	%	sem interferência modo texto	%	sem interferência	%	Com interferência	%
bom	59	21,85	4	4,44	5	5,56	50	55,56
regular	45	16,67	7	7,78	15	16,67	23	25,56
Ruim	166	61,48	79	87,78	70	77,78	17	18,89

MODELO ESTACIONÁRIO								
POR AMBIENTE								
	TOTAL	%	sem interferência modo texto	%	sem interferência	%	Com interferência	%
bom	190	70,37	60	66,67	56	62,22	74	82,22
regular	35	12,96	11	12,22	19	21,11	5	5,56
Ruim	45	16,67	19	21,11	15	16,67	11	12,22

MODELO NÃO ESTACIONÁRIO								
POR AMBIENTE								
	TOTAL	%	sem interferência modo texto	%	sem interferência	%	Com interferência	%
bom	177	65,56	53	58,89	52	57,78	72	80,00
regular	65	24,07	24	26,67	30	33,33	11	12,22
Ruim	28	10,37	13	14,44	8	8,89	7	7,78

Merge Sort



Próximas etapas..

1. Aumentar o número da amostra e compreender os resultados apresentados;
2. Qualificação;
3. Verificar um modo de aplicar *Machine Learning* na coleta de dados (Raspiberry);
4. Publicação e Defesa.

Referências bibliográficas citadas nesta apresentação

1. J. Gustafsson, A. Betts, A. Ermedahl, and B. Lisper, “The malardalen wcet benchmarks: Past, present and future.” in WCET, ser. OASICS, B. Lisper, Ed., vol. 15. Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, Germany, 2010, pp. 136–146.
2. H. Y. M. G. Bechtel, “Denial-of-service attacks on shared cache in multicore: Analysis and prevention,” 2019
3. Coles, S. (2001) An introduction to statistical modeling of extreme values, London, U.K.: Springer-Verlag, 208 pp.
4. Reiss, R.-D. and Thomas, M. (2007) Statistical Analysis of Extreme Values: with applications to insurance, finance, hydrology and other fields. Birkhauser, 530pp., 3rd edition.
5. Dietrich, D.; Haan, L. D.; Husler, J. Testing Extreme Value conditions. Extremes, Springer Nature BV, v. 5, n. 1, p. 71, 2002.