

Avaliação de algoritmos de congestionamento

TCP

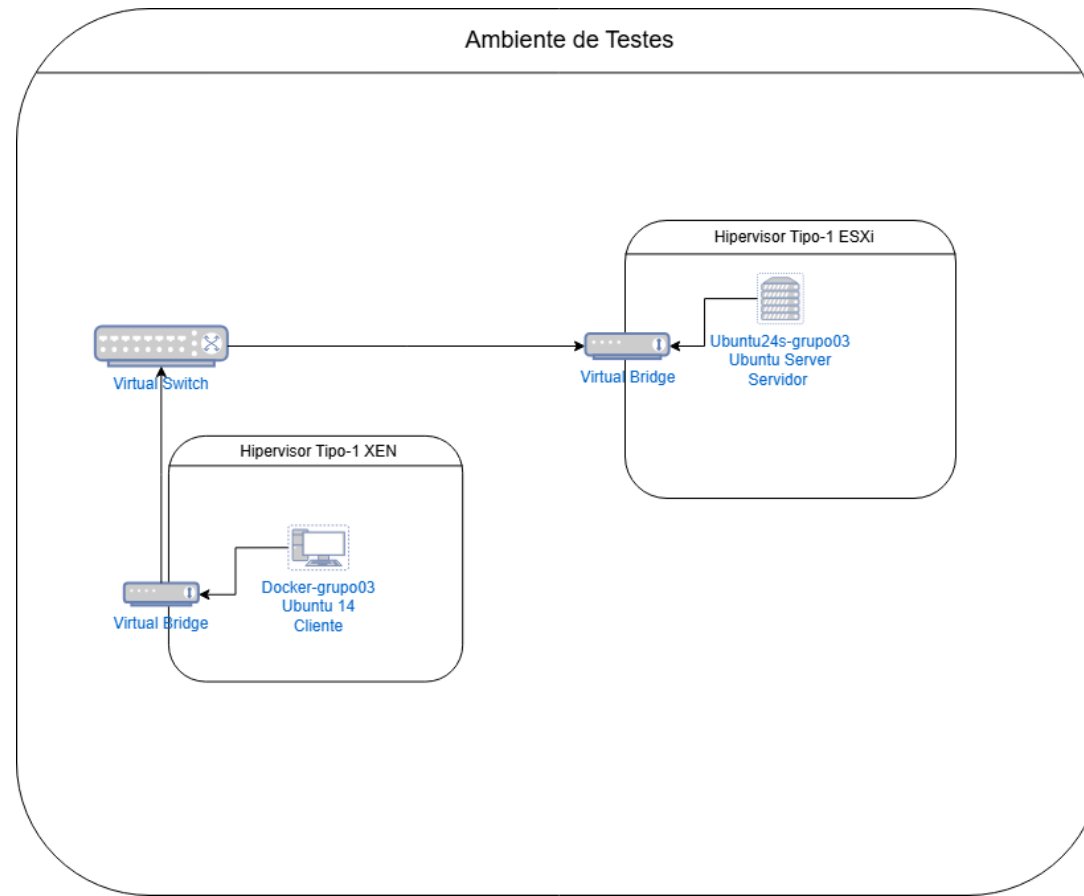
Projeto final

Topologia dos Testes

- ▶ Hipervisor Cliente XEN
- ▶ Hipervisor Servidor ESXi
- ▶ Servidor com 3vcpu
- ▶ Serviços HTTPS: Apache2, NGINX
- ▶ Serviços QUIC: NGINX
- ▶ 1GB e 4 GB de VRAM
- ▶ 15 algoritmos de congestionamento TCP: cubic, bic, Westwood, htcp, hybla, vegas, nv, scalable, lp, veno, yeah, illinois, dctcp, cdg, bbr

Escalonamento das medições

- ▶ Medições realizadas utilizando o ApacheBench
- ▶ 2000 requisições com 100 requisições concorrentes
- ▶ 10000 requisições com 500 requisições concorrentes
- ▶ 20000 requisições com 1000 requisições concorrentes



Topologia dos Testes

Realização dos Testes

- ▶ Testes realizados utilizando o script *benchmark.py*
- ▶ Cada serviço é iniciado e finalizado usando *docker exec*
- ▶ Algoritmos de congestionamento alterados no servidor utilizando o comando *sysctl net.ipv4.tcp_congestion_control=<algoritmo>*
- ▶ Aplicação ApacheBench é executada com os parâmetros de cada escalonamento, sendo salvo o arquivo de output txt e o csv contendo a serie temporal
- ▶ Após finalizado o mesmo é repetido após configuração de VRAM

Processamento de Dados

- ▶ Os dados são organizados em seus devidos diretórios “1vram” “4vram”
- ▶ O script *collect_stats.sh* lê todos os arquivos separando as variáveis de decisão: requisições por segundo, tempo por requisição, taxa de transferência e tempo para testes
- ▶ O script *script collect_stats.sh* lê todos os arquivos csv e separa suas series temporais
- ▶ O script *script.r* é utilizado para o calculo dos parâmetros: Fractal Dimension, Hurst Parameter e Alpha Tail Shape e a criação das DMUs em um aquivo .xlsx
- ▶ Dados das medições comparados utilizando análise por envoltória de dados (DEA)

Processamento de Dados: DEA

- ▶ A Análise por Envoltória de Dados (DEA) é uma técnica de análise de dados quantitativos utilizada para medir a eficiência de um conjunto de unidades produtivas.
- ▶ Compara as entradas e saídas de cada unidade para avaliar sua eficiência relativa em relação às outras.
- ▶ Identifica a melhor combinação de entradas e saídas para alcançar a máxima eficiência, ou seja, produzir a maior quantidade de saída possível utilizando a menor quantidade de entrada

Modelos DEA

- ▶ O modelo CRS assume que as DMUs operam sob retornos constantes à escala. Isso significa que o aumento proporcional nos insumos resulta em um aumento proporcional nos produtos.
- ▶ O modelo VRS considera que as DMUs podem operar sob retornos variáveis à escala. Isso significa que o aumento nos insumos pode não resultar em um aumento proporcional nos produtos.
- ▶ Os modelos de super eficiência permitem que as DMUs eficientes (com eficiência igual a 1 no modelo CRS ou VRS) sejam comparadas entre si. Isso é útil para identificar quais unidades são mais eficientes dentro do grupo de unidades já consideradas eficientes.

Processamento de Dados: DEA

- ▶ **Variáveis de entrada:**
- ▶ Dimensão Fractal
- ▶ Tempo para testes
- ▶ Tempo por requisição
- ▶ **Variáveis de saída:**
- ▶ Taxa de transferência
- ▶ Requisições por segundo
- ▶ Parâmetro de Hurst
- ▶ Alpha Tail Shape

Processamento de Dados: DEA

- ▶ O script *script_DEA.r* é utilizado para a geração de dados de eficiências das DMUs geradas anteriormente
- ▶ São gerados dados de eficiência para cada escalonamento e para todos os escalonamentos unidos
- ▶ Utilizado modelo de super eficiência CRS para ranqueamento das DMUs

Escalonamento 1: 2000 requisições 100 concorrentes

Melhores

DMUs	Fractal.Dime	Time.Taken.	Time.Per.Re	Transfer.Rat	Requests.Pe	Hurst.Param	Alfa.Tail.Sha	SCCR_I
DMU84	1.14	9.67	4.83	10567.16	206.86	0.68	1.14	104.66%
DMU14	1.14	9.45	4.73	10812.72	211.58	0.74	0.56	103.64%
DMU2	1.00	16.57	8.29	6167.87	120.69	0.75	0.51	103.33%
DMU26	1.08	9.68	4.84	10560.10	206.72	0.70	1.04	102.90%
DMU49	1.13	9.43	4.72	10837.96	212.07	0.69	1.01	102.49%

DMUs	VRAM	Server	Algorithm
DMU2	1vram	apache2	bic
DMU14	1vram	apache2	westwood
DMU26	1vram	nginx	scalable
DMU49	4vram	apache2	cubic
DMU84	4vram	quic	lp

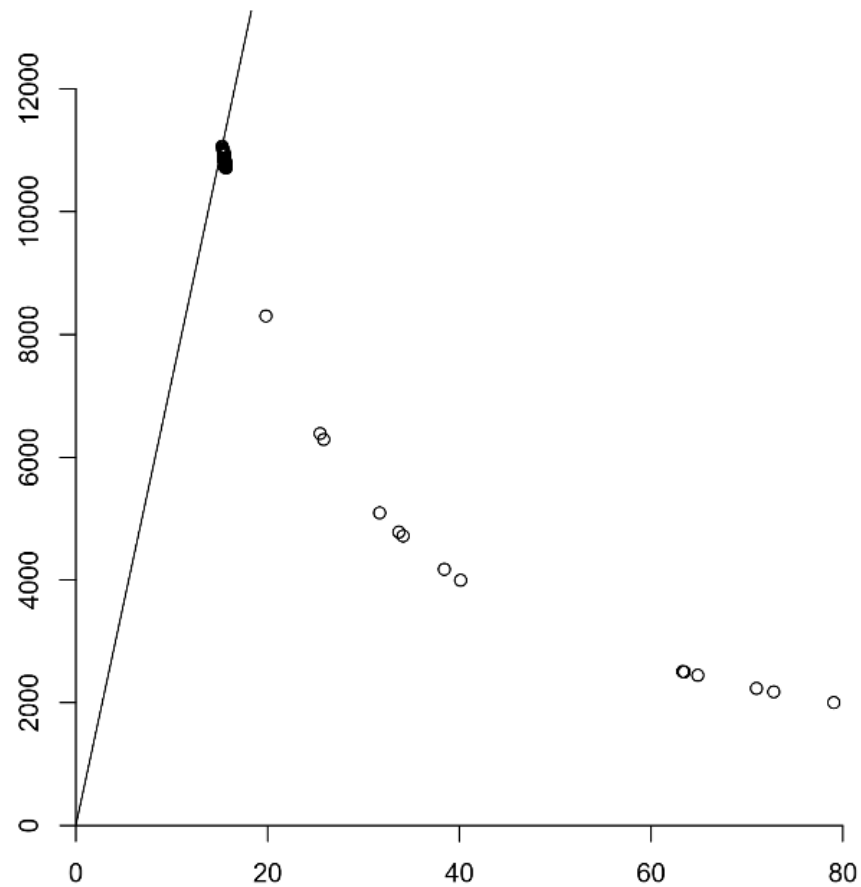
Escalonamento 1: 2000 requisições 100 concorrentes

Piores

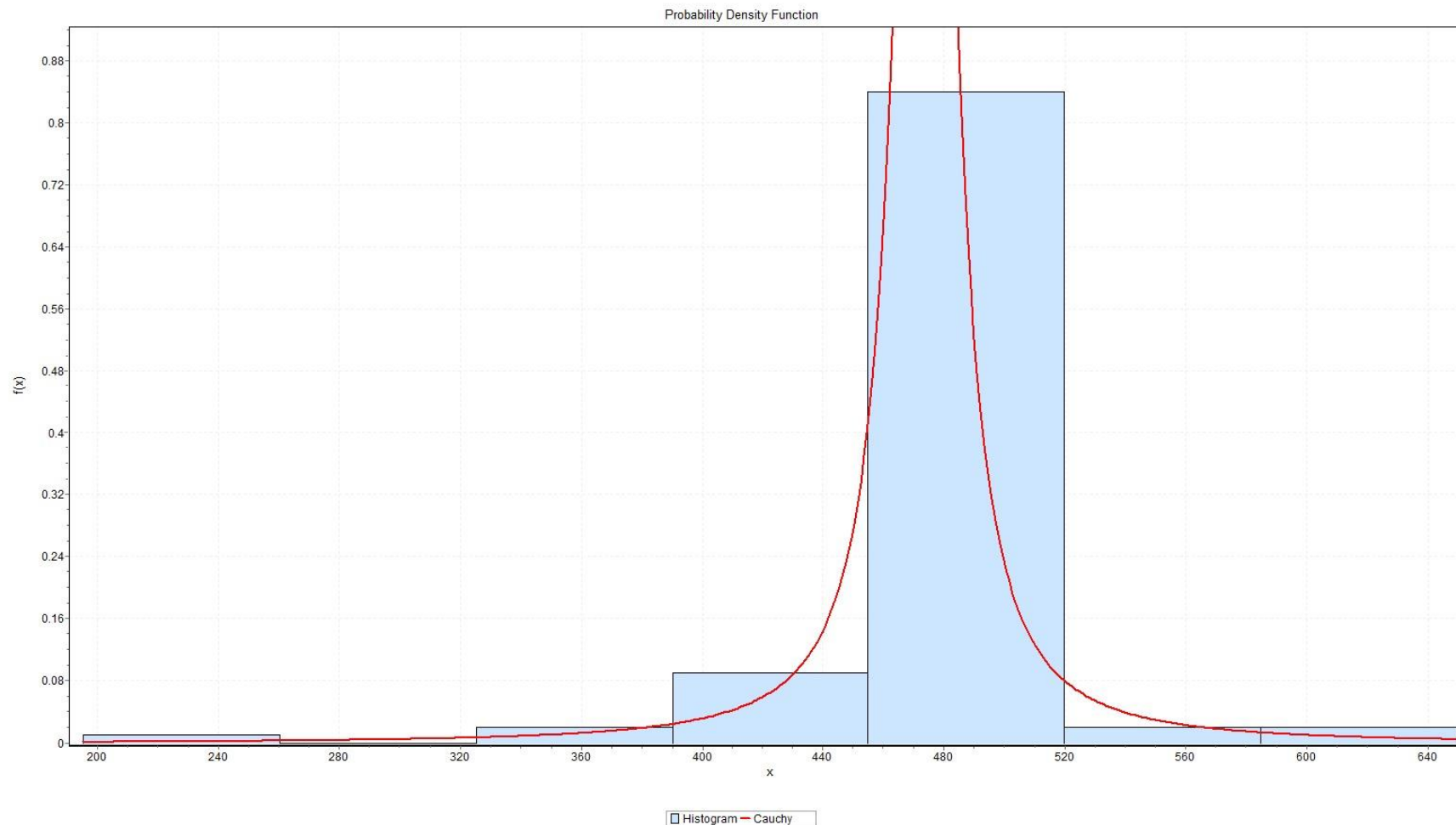
DMUs	Fractal.Dime	Time.Taken.	Time.Per.Re	Transfer.Rat	Requests.Pe	Hurst.Param	Alfa.Tail.Sha	SCCR_I
DMU13	1.00	41.64	20.82	2454.63	48.03	0.70	0.43	93.19%
DMU8	1.00	46.66	23.33	2190.46	42.86	0.70	0.47	93.89%
DMU11	1.00	41.54	20.77	2460.68	48.15	0.70	0.38	94.04%
DMU34	1.00	24.96	12.48	4093.67	80.14	0.70	0.50	94.17%
DMU6	1.00	52.04	26.02	1964.07	38.43	0.71	0.39	94.74%

DMU	VRAM	Server	Algorithm
DMU6	1vram	apache2	htcp
DMU8	1vram	apache2	illinois
DMU11	1vram	apache2	scalable
DMU13	1vram	apache2	veno
DMU34	1vram	quic	cubic

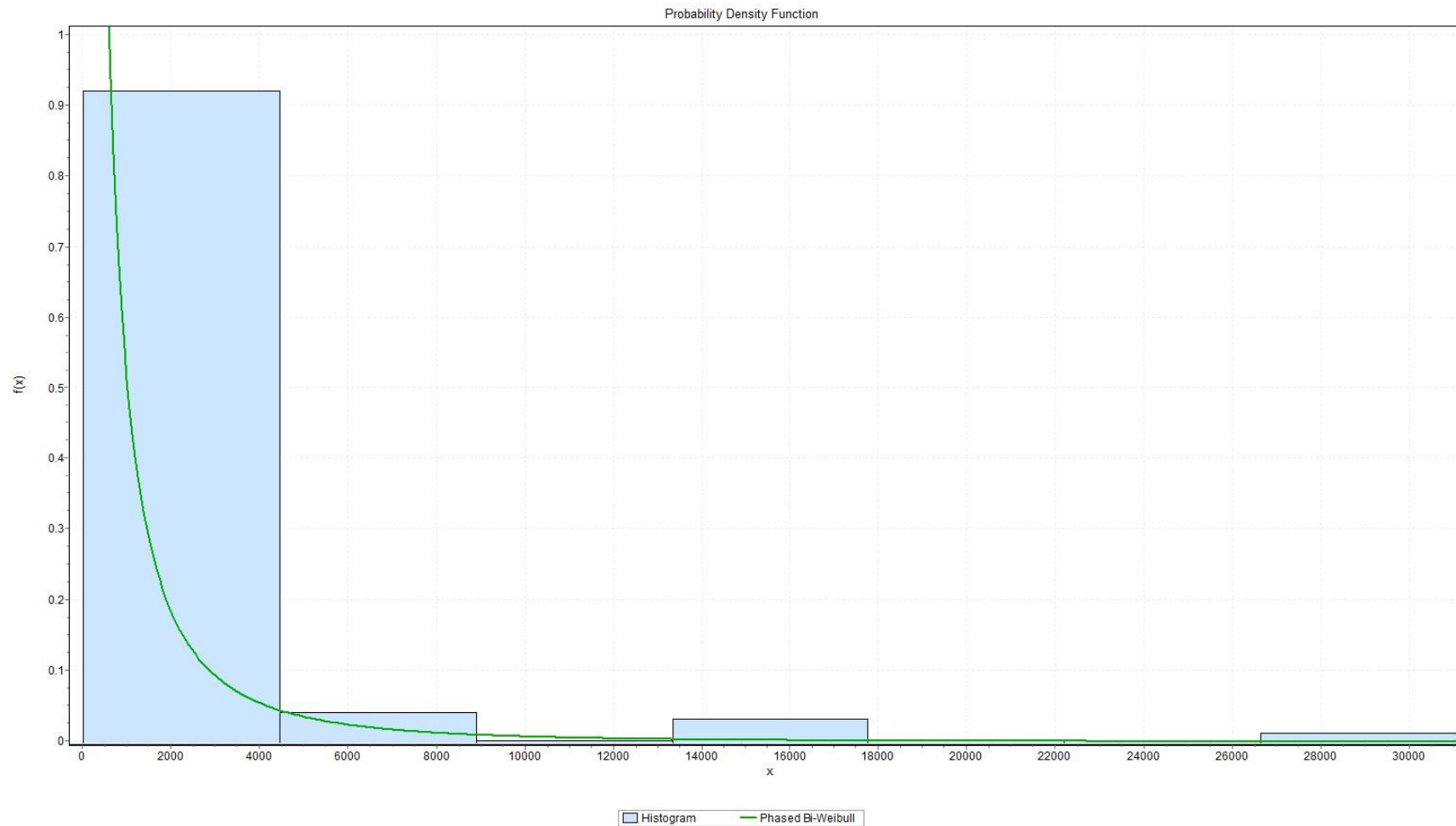
Escalonamento 1: Fronteira de Eficiência



Análise Exploratória dos Dados: Mais Recomendada



Análise Exploratória dos Dados: Menos Recomendada



Escalonamento 2: 10000 requisições 500 concorrentes

Melhores

DMU	Fractal.Dime	Time.Taken.1	Time.Per.Rec	Transfer.Rat	Requests.Per	Hurst.Param	Alfa.Tail.Shaj	SCCR_I
DMU47	1.09	46.95	4.70	10883.85	212.97	0.83	0.39	101.49%
DMU50	1.07	46.90	4.69	10896.28	213.22	0.81	0.42	101.41%
DMU38	1.09	48.41	4.84	10552.72	206.58	0.74	1.20	101.30%
DMU28	1.00	48.55	4.86	10521.77	205.97	0.72	0.46	101.04%
DMU85	1.04	47.93	4.79	10657.25	208.63	0.73	0.71	100.93%

DMU	VRAM	Server	Algorithm
DMU28	1vram	nginx	veno
DMU38	1vram	quic	illinois
DMU47	4vram	apache2	bic
DMU50	4vram	apache2	dctcp
DMU85	4vram	quic	nv

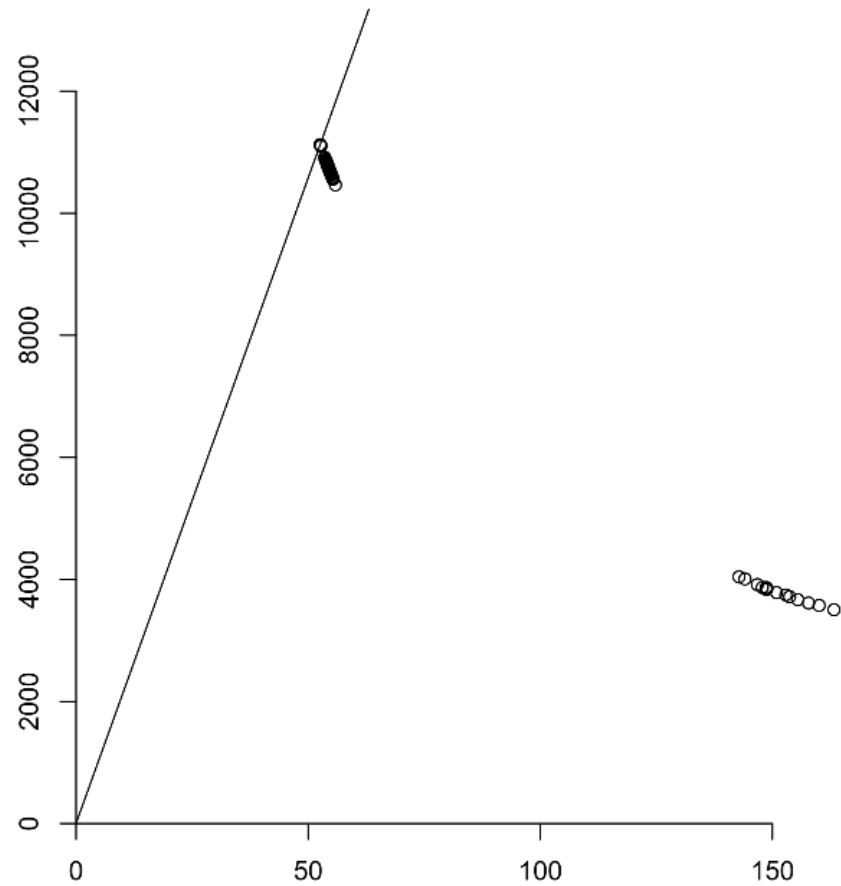
Escalonamento 2: 10000 requisições 500 concorrentes

Piores

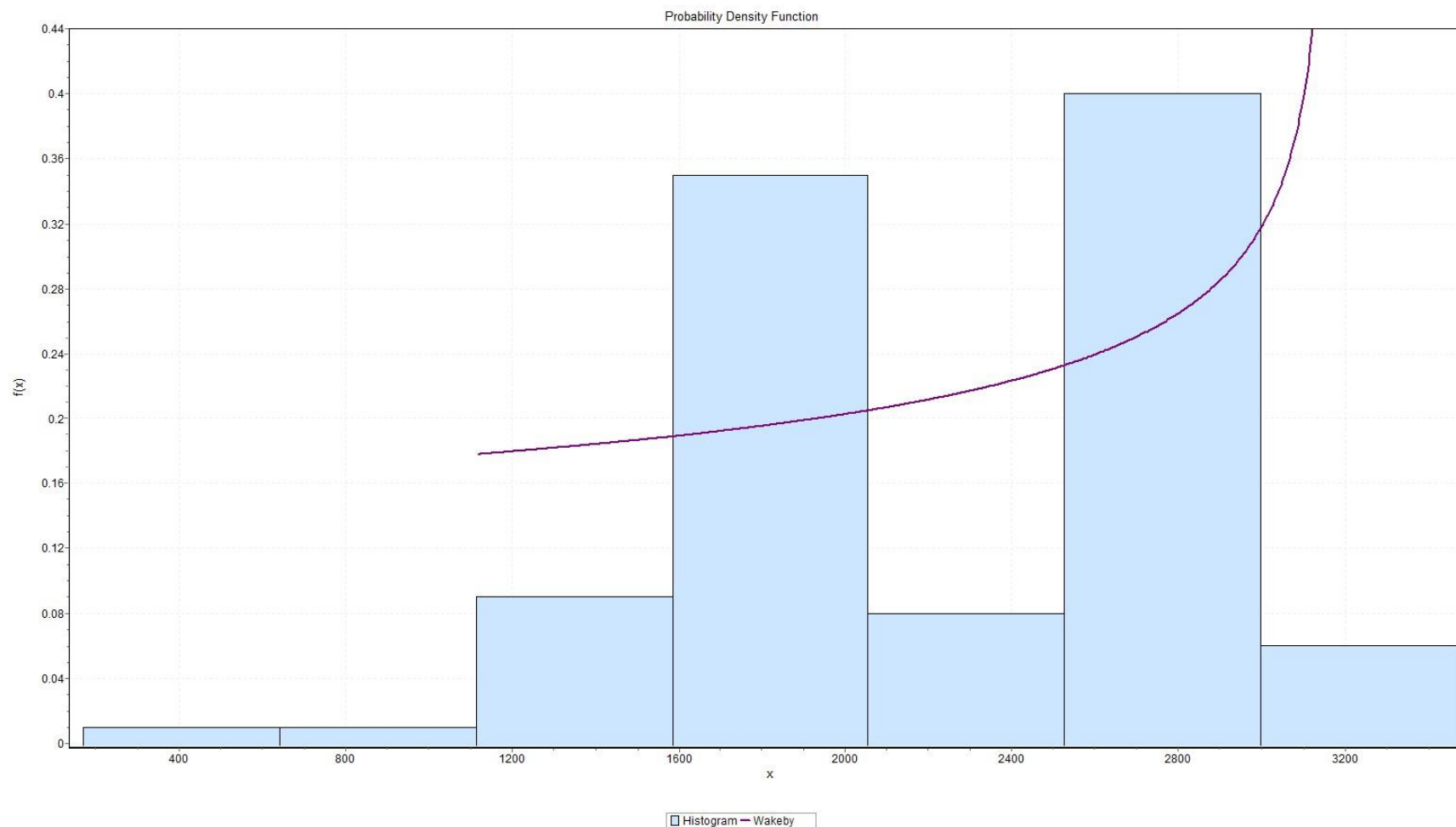
DMU	Fractal.Dime	Time.Taken.1	Time.Per.Rec	Transfer.Rate	Requests.Per	Hurst.Param	Alfa.Tail.Shaj	SCCR_I
DMU2	1.07	130.03	13.00	3930.23	76.91	0.64	0.26	77.95%
DMU14	1.00	134.28	13.43	3760.21	74.47	0.66	0.31	86.17%
DMU9	1.00	136.30	13.63	3708.89	73.37	0.67	0.31	87.86%
DMU5	1.00	140.42	14.04	3596.20	71.22	0.67	0.31	87.98%
DMU1	1.00	142.55	14.26	3542.01	70.15	0.67	0.30	88.50%

DMU	VRAM	Server	Algorithm
DMU1	1vram	apache2	bbr
DMU2	1vram	apache2	bic
DMU5	1vram	apache2	dctcp
DMU9	1vram	apache2	lp
DMU14	1vram	apache2	westwood

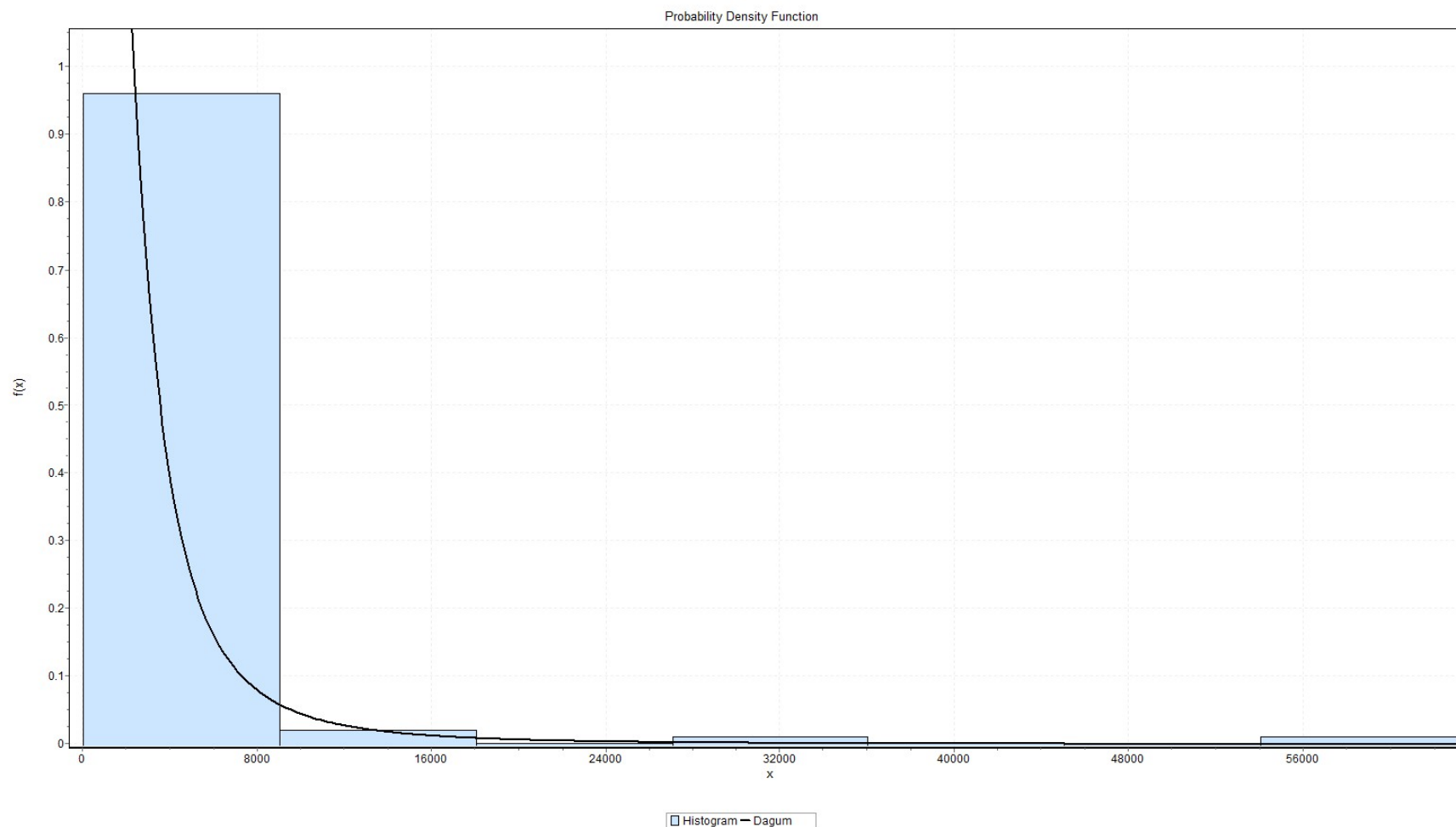
Escalonamento 2: Fronteira de Eficiência



Análise Exploratória dos Dados: Mais Recomendada



Análise Exploratória dos Dados: Menos Recomendada



Escalonamento 3: 20000 requisições 1000 concorrentes

Melhores

DMU	Fractal.Dime	Time.Taken	Time.Per.Req	Transfer.Rat	Requests.Per	Hurst.Param	Alfa.Tail.Sha	SCCR_I
DMU76	1.02	101.20	5.06	10095.20	197.63	0.80	1.39	118.75%
DMU33	1.04	97.62	4.88	10465.84	204.88	0.80	1.15	101.66%
DMU22	1.01	98.29	4.92	10394.14	203.48	0.80	0.48	101.64%
DMU46	1.09	93.75	4.69	10902.51	213.34	0.77	0.37	101.07%
DMU34	1.04	97.17	4.86	10513.18	205.82	0.80	0.71	100.81%

DMU	VRAM	Server	Algorithm
DMU22	1vram	nginx	hybla
DMU33	1vram	quic	cdg
DMU34	1vram	quic	cubic
DMU46	4vram	apache2	bbr
DMU76	4vram	quic	bbr

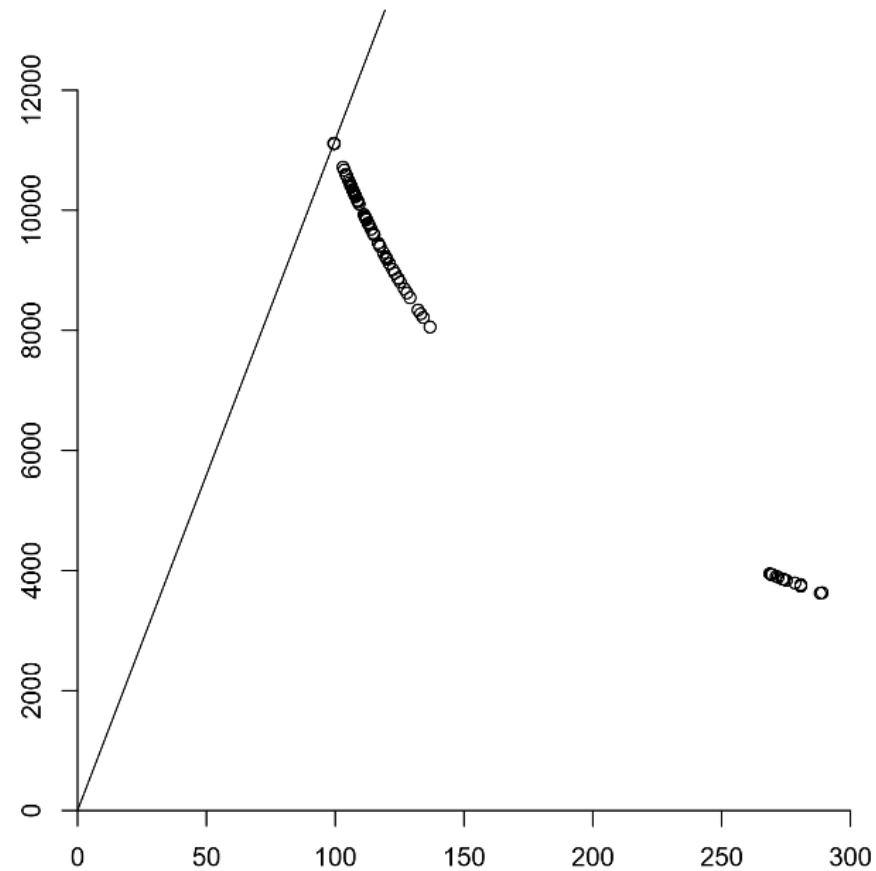
Escalonamento 3: 20000 requisições 1000 concorrentes

Piores

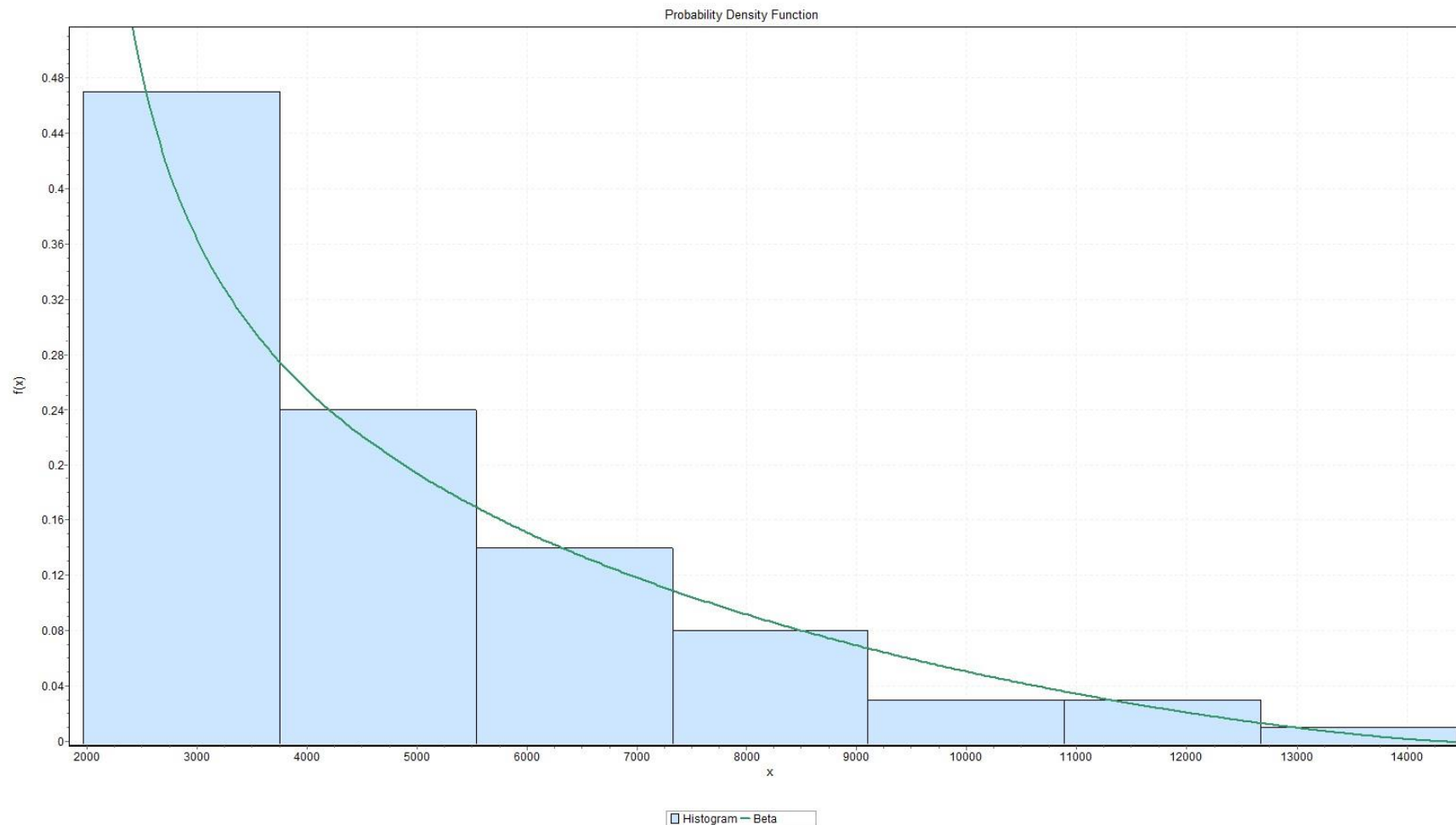
DMU	Fractal.Dime	Time.Taken.1	Time.Per.Rec	Transfer.Rate	Requests.Per	Hurst.Param	Alfa.Tail.Sha	SCCR_I
DMU2	1.00	255.42	12.77	3852.92	78.30	0.69	0.26	87.88%
DMU6	1.00	254.98	12.75	3866.64	78.44	0.70	0.25	88.91%
DMU12	1.00	255.88	12.79	3851.23	78.16	0.70	0.25	89.49%
DMU3	1.00	257.35	12.87	3823.49	77.72	0.71	0.26	90.36%
DMU4	1.00	274.34	13.72	3554.87	72.90	0.71	0.25	90.37%

DMU	VRAM	Server	Algorithm
DMU2	1vram	apache2	bic
DMU3	1vram	apache2	cdg
DMU4	1vram	apache2	cubic
DMU6	1vram	apache2	htcp
DMU12	1vram	apache2	vegas

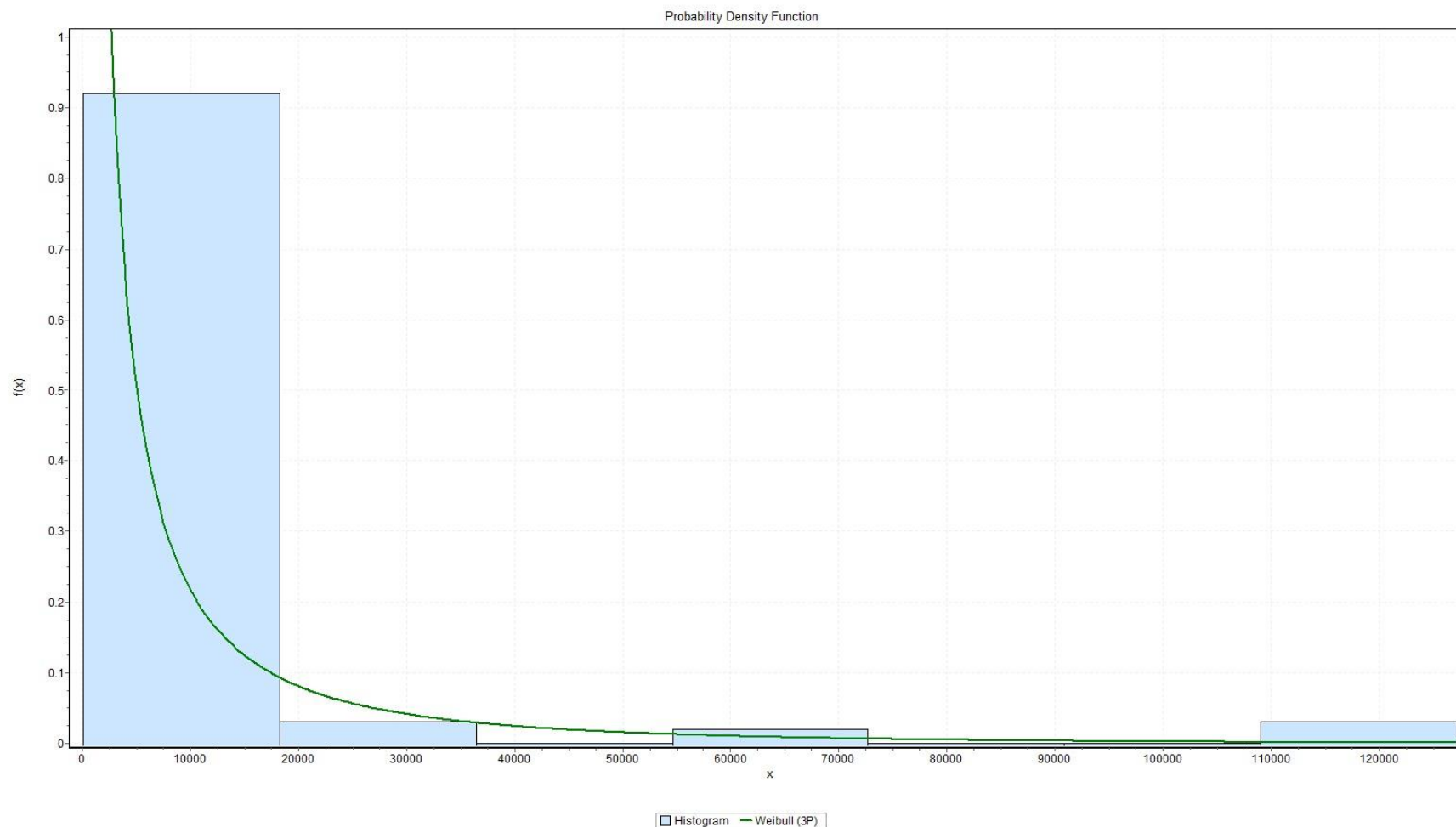
Escalonamento 3: Fronteira de Eficiência



Análise Exploratória dos Dados: Mais Recomendada



Análise Exploratória dos Dados: Menos Recomendada



Todos Escalamientos

Melhores

DMU	Fractal.Dime	Time.Taken	Time.Per.Req	Transfer.Rate	Requests.Per	Hurst.Param	Alfa.Tail.Sh	SCCR_I
DMU76.20000r1000c	1.02	101.20	5.06	10095.20	197.63	0.80	1.39	117.38%
DMU84.2000r100c	1.14	9.67	4.83	10567.16	206.86	0.68	1.14	104.66%
DMU14.2000r100c	1.14	9.45	4.73	10812.72	211.58	0.74	0.56	103.64%
DMU2.2000r100c	1.00	16.57	8.29	6167.87	120.69	0.75	0.51	103.33%
DMU26.2000r100c	1.08	9.68	4.84	10560.10	206.72	0.70	1.04	102.90%

DMU	VRAM	Server	Algorithm
DMU2	1vram	apache2	bic
DMU14	1vram	apache2	westwood
DMU26	1vram	nginx	scalable
DMU76	4vram	quic	bbr
DMU84	4vram	quic	lp

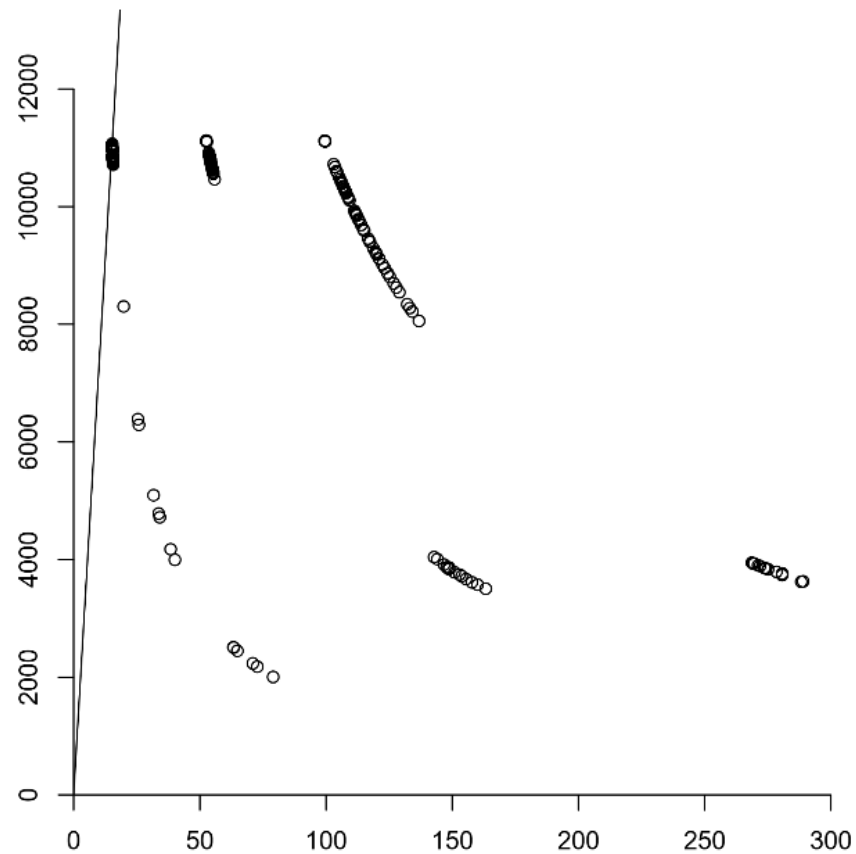
Todos Escalamientos

Piores

DMU	Fractal.Dime	Time.Taken	Time.Per.Req	Transfer.Rat	Requests.Per	Hurst.Param	Alfa.Tail.Sh	SCCR_I
DMU2.10000r500c	1.07	130.03	13.00	3930.23	76.91	0.64	0.26	75.63%
DMU14.10000r500c	1.00	134.28	13.43	3760.21	74.47	0.66	0.31	83.60%
DMU9.10000r500c	1.00	136.30	13.63	3708.89	73.37	0.67	0.31	85.24%
DMU5.10000r500c	1.00	140.42	14.04	3596.20	71.22	0.67	0.31	85.36%
DMU1.10000r500c	1.00	142.55	14.26	3542.01	70.15	0.67	0.30	85.86%

DMU	VRAM	Server	Algorithm
DMU1	1vram	apache2	bbr
DMU2	1vram	apache2	bic
DMU5	1vram	apache2	dctcp
DMU9	1vram	apache2	lp
DMU14	1vram	apache2	westwood

Todos Escalamentos: Fronteira de Eficiência



Referências Bibliográficas

- ▶ CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. European Journal of Operational Research, v. 2, n. 6, 1978.
- ▶ BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. Management Science, v. 30, n. 9, 1984.
- ▶ INSTITUTO INFNET. O que é e como fazer uma análise por envoltória de dados (DEA)? [s.d.]. Disponível em: <https://blog.infnet.com.br/data-analysis/o-que-e-e-como-fazer-uma-analise-por-envoltoria-de-dados-dea/>. Acesso em: 08 mar. 2025.