

Raphael Brito Reis

**Teste de desempenho de sistemas de arquivos
distribuídos em nuvem computacional privada
no IFSC câmpus São José**

São José - SC

fevereiro/2017

Raphael Brito Reis

**Teste de desempenho de sistemas de arquivos
distribuídos em nuvem computacional privada no IFSC
câmpus São José**

Monografia apresentada à Coordenação de
Sistemas de Telecomunicações do Instituto
Federal de Santa Catarina para a obtenção
do diploma de Tecnólogo em Sistemas de Te-
lecomunicações.

Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC

Campus São José

Sistemas de Telecomunicações

Orientador: Ederson Torresini

São José - SC

fevereiro/2017

Raphael Brito Reis

Teste de desempenho de sistemas de arquivos distribuídos em nuvem computacional privada no IFSC câmpus São José/ Raphael Brito Reis. – São José - SC, fevereiro/2017-115 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Ederson Torresini

Monografia (Graduação) – Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC
Campus São José
Sistemas de Telecomunicações, fevereiro/2017.

1. Palavra-chave1. 2. Palavra-chave2. 2. Palavra-chave3. I. Orientador. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. Campus São José. IV. Título

Raphael Brito Reis

**Teste de desempenho de sistemas de arquivos
distribuídos em nuvem computacional privada no IFSC
câmpus São José**

Monografia apresentada à Coordenação de
Sistemas de Telecomunicações do Instituto
Federal de Santa Catarina para a obtenção
do diploma de Tecnólogo em Sistemas de Te-
lecomunicações.

Trabalho aprovado. São José - SC, 10 de fevereiro de 2017:

Ederson Torresini
Orientador

Simara Sonaglio
Convidado 1

Humberto José de Souza
Convidado 2

São José - SC
fevereiro/2017

Dedico aos meus pais, pois sem eles este trabalho e muitos dos meus sonhos não se realizariam.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço ao meu orientador Ederson Torresini, pelo pouco tempo que tinha hábil ter me incentivado e ajudado nas correções deste trabalho. E à minha namorada, Aline, companheira que sempre acreditou na realização deste sonho.

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,
lembrai-vos de que as grandes coisas do homem
foram conquistadas do que parecia impossível.
(Charles Chaplin)*

Resumo

Este trabalho analisa sistemas de arquivos distribuídos para futura implementação no IFSC câmpus São José, para verificar as possibilidades de melhor desempenho e menor custo computacional para os laboratórios. Foram realizados testes com os sistemas comuns em centros de processamento de dados (CPDs), tais como Ceph e GlusterFS, bem como os formatos de arquivos EXT4, BTRFS E XFS, para mostrar qual a melhor combinação para o ambiente de nuvem computacional do IFSC câmpus São José.

Abstract

This work analyzes distributed file systems for future implementation in the São José IFSC campus, to verify the possibilities of better performance and lower computational cost for the laboratories. We performed tests with common systems in data processing centers (CPDs) such as Ceph and GlusterFS, as well as EXT4, BTRFS and XFS file formats, to show the best combination for the IFSC São José campus cloud computing environment.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Armazenamento de Dados (Ceph, a)	35
Figura 2 – Autenticação Usuário (Ceph, a)	35
Figura 3 – Arquitetura Ceph (JONES, 2010)	36
Figura 4 – Visão Simplificada Ceph (JONES, 2010)	36
Figura 5 – Arquitetura GlusterFS (GlusterFS, a)	37
Figura 6 – Tabela comparativa entre os SaDs	38
Figura 7 – I/O Wait - GlusterFS	50
Figura 8 – I/O Wait - GlusterFS	51
Figura 9 – Tempo criação - GlusterFS	51
Figura 10 – Taxa Transmissão - GlusterFS	52
Figura 11 – Taxa Recepção - GlusterFS	52
Figura 12 – I/O Wait - Ceph	54
Figura 13 – I/O Wait - Ceph	55
Figura 14 – Tempo criação - Ceph	55
Figura 15 – Taxa Transmissão - Ceph	56
Figura 16 – Taxa Recepção - Ceph	56
Figura 17 – I/O Wait e Idle - GlusterFS - 1Kb - XFS	67
Figura 18 – I/O Wait e Idle - Gluster - 1Mb - XFS	68
Figura 19 – I/O Wait e Idle - Gluster - 1Gb - XFS	68
Figura 20 – Gráfico Representando GlusterFS - 1Kb - XFS	70
Figura 21 – Gráfico Representando GlusterFS - 1Mb - XFS	70
Figura 22 – Gráfico Representando GlusterFS - 1Gb - XFS	71
Figura 23 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1Kb - XFS	72
Figura 24 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1Kb - XFS	72
Figura 25 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1Mb - XFS	73
Figura 26 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1Mb - XFS	74
Figura 27 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1Gb - XFS	74
Figura 28 – Taxa recepção - GlusterFS - 1Gb - XFS	75
Figura 29 – I/O Wait e Idle - GlusterFS - 1Kb - BTRFS	77
Figura 30 – I/O Wait e Idle - GlusterFS - 1Mb - BTRFS	78
Figura 31 – I/O Wait e Idle - GlusterFS - 1Gb - BTRFS	79
Figura 32 – Tempo de criação - GlusterFS - 1KB - BTRFS	80
Figura 33 – Tempo de criação - GlusterFS - 1MB - BTRFS	81
Figura 34 – Tempo de criação - Gluster - 1GB - BTRFS	81
Figura 35 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1KB - BTRFS	82
Figura 36 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1KB - BTRFS	83

Figura 37 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1MB - BTRFS	83
Figura 38 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1MB - BTRFS	84
Figura 39 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1GB - BTRFS	85
Figura 40 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1GB - BTRFS	85
Figura 41 – I/O Wait e Idle - GlusterFS - 1Kb - Ext4	87
Figura 42 – I/O Wait e Idle - GlusterFS - 1Mb - Ext4	88
Figura 43 – I/O Wait e Idle - GlusterFS - 1Gb - Ext4	88
Figura 44 – Gráfico Representando Gluster - 1MB - Ext4	90
Figura 45 – Gráfico Representando Gluster - 1MB - Ext4	91
Figura 46 – Gráfico Representando GlusterFS - 1GB - Ext4	91
Figura 47 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1KB - Ext4	92
Figura 48 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1KB - Ext4	92
Figura 49 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1MB - Ext4	93
Figura 50 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1MB - Ext4	94
Figura 51 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1GB - Ext4	94
Figura 52 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1GB - Ext4	95
Figura 53 – I/O Wait e Idle - Ceph - 1Kb - Ext4	97
Figura 54 – I/O Wait e Idle - Ceph - 1Mb - Ext4	98
Figura 55 – I/O Wait e Idle - Ceph - 1Gb - Ext4	99
Figura 56 – Gráfico Representando Ceph - 1KB - Ext4	100
Figura 57 – Gráfico Representando Ceph - 1MB - Ext4	101
Figura 58 – Gráfico Representando Ceph - 1GB - Ext4	102
Figura 59 – Taxa Transmissão - Ceph - 1KB - Ext4	103
Figura 60 – Taxa Recepção - Ceph - 1KB - Ext4	103
Figura 61 – Taxa Transmissão - Ceph - 1MB - Ext4	104
Figura 62 – Taxa Recepção - Ceph - 1MB - Ext4	104
Figura 63 – Taxa Transmissão - Ceph - 1GB - Ext4	105
Figura 64 – Taxa Recepção - Ceph - 1GB - Ext4	105
Figura 65 – I/O Wait e Idle - Ceph - 1Kb - XFS	107
Figura 66 – I/O Wait e Idle - Ceph - 1Mb - XFS	108
Figura 67 – I/O Wait e Idle - Ceph - 1Gb - XFS	109
Figura 68 – Gráfico Representando Ceph - 1KB - XFS	110
Figura 69 – Gráfico Representando Ceph - 1MB - XFS	111
Figura 70 – Gráfico Representando Ceph - 1GB - XFS	112
Figura 71 – Taxa Transmissão - Ceph - 1KB - XFS	112
Figura 72 – Taxa Recepção - Ceph - 1KB - XFS	113
Figura 73 – Taxa Transmissão - Ceph - 1MB - XFS	114
Figura 74 – Taxa Recepção - Ceph - 1MB - XFS	114
Figura 75 – Taxa Transmissão - Ceph - 1GB - XFS	115

Figura 76 – Taxa Recepção - Ceph - 1GB - XFS 115

Lista de tabelas

Tabela 1 – Ceph - Hosts	63
Tabela 2 – GlusterFS - Hosts	64
Tabela 3 – I/O Wait e Idle - 1Kb - GlusterFS / XFS	67
Tabela 4 – I/O Wait e Idle - 1Mb - GlusterFS / XFS	67
Tabela 5 – I/O Wait e Idle - 1Gb - GlusterFS / XFS	68
Tabela 6 – Uso memória GlusterFS - XFS - 1KB.	69
Tabela 7 – Uso memória GlusterFS - XFS - 1MB.	69
Tabela 8 – Uso memória GlusterFS - XFS - 1GB.	69
Tabela 9 – GlusterFS - XFS - 1KB	69
Tabela 10 – Gluster - XFS - 1MB	70
Tabela 11 – GlusterFS - XFS - 1GB	71
Tabela 12 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1KB	71
Tabela 13 – Taxa de recepção criando arquivo de 1KB	72
Tabela 14 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1MB	73
Tabela 15 – Taxa de recepção criando arquivo de 1MB	73
Tabela 16 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1GB	73
Tabela 17 – Taxa de recepção criando arquivo de 1GB	73
Tabela 18 – I/O Wait e Idle - 1Kb - GlusterFS / BTRFS	77
Tabela 19 – I/O Wait e Idle - 1Mb - GlusterFS / BTRFS	78
Tabela 20 – I/O Wait e Idle - 1Gb - GlusterFS / BTRFS	78
Tabela 21 – Uso memória GlusterFS - BTRFS - 1KB.	78
Tabela 22 – Uso memória GlusterFS - BTRFS - 1MB.	79
Tabela 23 – Uso memória GlusterFS - BTRFS - 1GB.	79
Tabela 24 – GlusterFS - BTRFS - 1KB	80
Tabela 25 – GlusterFS - BTRFS - 1MB	80
Tabela 26 – GlusterFS - BTRFS - 1GB	81
Tabela 27 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1KB	82
Tabela 28 – Taxa de recepção criando arquivo de 1KB	82
Tabela 29 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1MB	83
Tabela 30 – Taxa de recepção criando arquivo de 1MB	84
Tabela 31 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1GB	84
Tabela 32 – Taxa de recepção criando arquivo de 1GB	84
Tabela 33 – I/O Wait e Idle - 1KB - GlusterFS / Ext4	87
Tabela 34 – I/O Wait e Idle - 1MB - GlusterFS / Ext4	87
Tabela 35 – I/O Wait e Idle - 1GB - GlusterFS / Ext4	88
Tabela 36 – Uso memória GlusterFS - Ext4 - 1KB.	89

Tabela 37 – Uso memória GlusterFS - Ext4 - 1MB.	89
Tabela 38 – Uso memória GlusterFS - Ext4 - 1GB.	89
Tabela 39 – GlusterFS - Ext4 - 1KB	90
Tabela 40 – GlusterFS - Ext4 - 1MB	90
Tabela 41 – GlusterFS - Ext4 - 1GB	90
Tabela 42 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1KB	92
Tabela 43 – Taxa de recepção criando arquivo de 1KB	92
Tabela 44 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1MB	93
Tabela 45 – Taxa de recepção criando arquivo de 1MB	93
Tabela 46 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1GB	93
Tabela 47 – Taxa de recepção criando arquivo de 1GB	94
Tabela 48 – I/O Wait e Idle - 1KB - Ceph / Ext4	97
Tabela 49 – I/O Wait e Idle - 1MB - Ceph / Ext4	98
Tabela 50 – I/O Wait e Idle - 1GB - Ceph / Ext4	98
Tabela 51 – Uso memória Ceph - Ext4 - 1KB.	98
Tabela 52 – Uso memória Ceph - Ext4 - 1MB.	99
Tabela 53 – Uso memória Ceph - Ext4 - 1GB.	100
Tabela 54 – Ceph - Ext4 - 1KB	100
Tabela 55 – Ceph - Ext4 - 1MB	100
Tabela 56 – Ceph - Ext4 - 1GB	102
Tabela 57 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1KB - Ceph	102
Tabela 58 – Taxa de recepção criando arquivo de 1KB - Ceph	102
Tabela 59 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1MB - Ceph	103
Tabela 60 – Taxa de recepção criando arquivo de 1MB - Ceph	104
Tabela 61 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1GB - Ceph	104
Tabela 62 – Taxa de recepção criando arquivo de 1GB - Ceph	105
Tabela 63 – I/O Wait e Idle - 1KB - Ceph / XFS	107
Tabela 64 – I/O Wait e Idle - 1MB - Ceph / XFS	108
Tabela 65 – I/O Wait e Idle - 1GB - Ceph / XFS	108
Tabela 66 – Uso memória Ceph - XFS - 1KB.	108
Tabela 67 – Uso memória Ceph - XFS - 1MB.	109
Tabela 68 – Uso memória Ceph - XFS - 1GB.	110
Tabela 69 – Ceph - XFS - 1KB	110
Tabela 70 – Ceph - XFS - 1MB	110
Tabela 71 – Ceph - XFS - 1GB	111
Tabela 72 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1KB	112
Tabela 73 – Taxa de recepção criando arquivo de 1KB	113
Tabela 74 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1MB	113
Tabela 75 – Taxa de recepção criando arquivo de 1MB	113

Tabela 76 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1GB	114
Tabela 77 – Taxa de recepção criando arquivo de 1GB	115

Lista de abreviaturas e siglas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

CPD - Centro de Processamento de Dados.

FUSE - Filesystem in Userspace.

HTTP - Hypertext Transfer Protocol.

IFSC - Instituto Federal de Santa Catarina.

TCC - Trabalho de conclusão de curso.

SAD - Sistema de arquivos distribuídos.

SPOF - Single Point Of Failure.

Sumário

	Lista de abreviaturas e siglas	23
1	INTRODUÇÃO	31
1.1	Motivação	31
1.1.1	Objetivo	32
2	SISTEMAS DISTRIBUÍDOS	33
2.1	Definição sistemas distribuídos	33
2.2	Sistemas de Arquivos distribuídos	33
2.2.1	Vantagens e desvantagens	33
2.2.1.1	Vantagens	33
2.2.1.2	Desvantagens	34
2.2.2	Sistemas de arquivos distribuídos utilizados nos testes	34
2.2.2.1	Ceph	34
2.2.2.2	GlusterFS	37
2.2.3	Resumo de Ceph e GlusterFS	38
3	SISTEMA DE ARQUIVOS LOCAL	39
3.0.1	Sistemas de arquivos distribuídos utilizados nos testes	39
3.0.1.1	Ext4	39
3.0.1.2	XFS	40
3.0.1.3	Btrfs	41
4	CENÁRIO E METODOLOGIA DE TESTES	43
4.1	Cenário de testes	43
4.2	Equipamentos utilizado nos testes	43
4.3	Metodologia de testes	44
5	RESULTADOS OBTIDOS	47
5.1	GlusterFS e XFS	47
5.1.1	Desempenho de I/O	47
5.1.2	Uso de memória	47
5.1.3	Tempo de criação de um arquivo	47
5.1.4	Tráfego de Rede	48
5.2	GlusterFS e BTRFS	48
5.2.1	Desempenho de I/O	48
5.2.2	Uso de memória	48

5.2.3	Tempo de criação de um arquivo	48
5.2.4	Tráfego de Rede	49
5.3	GlusterFS e Ext4	49
5.3.1	Desempenho de I/O	49
5.3.2	Uso de memória	49
5.3.3	Tempo de criação de um arquivo	49
5.3.4	Tráfego de Rede	49
5.4	Gráficos comparativos dos resultados do GlusterFS	50
5.5	Ceph e Ext4	50
5.5.1	Desempenho de I/O	50
5.6	Uso de memória	50
5.6.1	Tempo de criação de um arquivo	52
5.6.2	Tráfego de Rede	53
5.7	Ceph e XFS	53
5.7.1	Desempenho de I/O	53
5.7.2	Uso de memória	53
5.7.3	Tempo de criação de um arquivo	53
5.7.4	Tráfego de Rede	53
5.8	Ceph e BTRFS	54
5.9	Gráficos comparativos dos resultados do Ceph	54
6	CONCLUSÕES	57
6.1	Dificuldades encontradas	57
6.2	Trabalhos futuros	57
	REFERÊNCIAS	59
	APÊNDICES	61
	APÊNDICE A – INSTALAÇÃO DOS SADS	63
A.1	Ceph	63
A.2	GlusterFS	64
	APÊNDICE B – GLUSTERFS E XFS	67
B.1	Desempenho de I/O	67
B.1.1	Arquivos com 1KB.	67
B.1.2	Arquivos com 1MB.	67
B.1.2.1	Arquivos com 1GB.	69
B.1.3	Uso de memória	69

B.1.3.1	Com arquivos de 1KB.	69
B.1.3.2	Com arquivos de 1MB.	69
B.1.3.3	Com arquivos de 1GB.	69
B.1.4	Tempo de criação de um arquivo	69
B.1.4.1	Com arquivos de 1KB.	69
B.1.4.2	Com arquivos de 1MB.	71
B.1.4.3	Com arquivos de 1GB.	71
B.1.5	Tráfego de Rede	71
B.1.5.1	Com arquivos de 1KB.	71
B.1.5.2	Com arquivos de 1MB.	71
B.1.5.3	Com arquivos de 1GB.	71
	APÊNDICE C – GLUSTERFS E BTRFS	77
C.1	Desempenho de I/O	77
C.1.1	Com arquivos de 1KB.	77
C.1.2	Com arquivos de 1MB.	79
C.1.3	Com arquivos de 1GB.	79
C.2	Uso de memória	79
C.2.1	Com arquivos de 1KB.	79
C.2.2	Com arquivos de 1MB.	79
C.2.3	Com arquivos de 1GB.	79
C.3	Tempo de criação de um arquivo	80
C.3.1	Com arquivos de 1KB.	80
C.3.2	Com arquivos de 1MB.	80
C.3.3	Com arquivos de 1GB.	82
C.4	Tráfego de Rede	82
C.4.1	Com arquivos de 1KB.	82
C.4.2	Com arquivos de 1MB.	82
C.4.2.1	Com arquivos de 1GB.	82
	APÊNDICE D – GLUSTERFS E EXT4	87
D.1	Desempenho de I/O	87
D.1.1	Com arquivos de 1KB.	87
D.1.2	Com arquivos de 1MB.	87
D.1.3	Com arquivos de 1GB.	89
D.2	Uso de memória	89
D.2.1	Com arquivos de 1KB.	89
D.2.2	Com arquivos de 1MB.	89
D.2.3	Com arquivos de 1GB.	89
D.3	Tempo de criação de um arquivo	91

D.3.1	Com arquivos de 1KB.	91
D.3.2	Com arquivos de 1MB.	91
D.3.3	Com arquivos de 1GB.	91
D.4	Tráfego de Rede	91
D.4.1	Com arquivos de 1KB.	91
D.4.2	Com arquivos de 1MB.	91
D.4.3	Com arquivos de 1GB.	91
	APÊNDICE E – CEPH E EXT4	97
E.1	Desempenho de I/O	97
E.1.1	Com arquivos de 1KB.	97
E.1.2	Com arquivos de 1MB.	101
E.1.3	Com arquivos de 1GB.	101
E.2	Uso de memória	101
E.2.1	Com arquivos de 1KB.	101
E.2.2	Com arquivos de 1MB.	101
E.2.3	Com arquivos de 1GB.	101
E.3	Tempo de criação de um arquivo	101
E.3.1	Com arquivos de 1KB.	101
E.3.2	Com arquivos de 1MB.	101
E.3.3	Com arquivos de 1GB.	101
E.4	Tráfego de Rede	101
E.4.1	Com arquivos de 1KB.	101
E.4.2	Com arquivos de 1MB.	101
E.4.3	Com arquivos de 1GB.	101
	APÊNDICE F – CEPH E XFS	107
F.1	Desempenho de I/O	107
F.1.1	Com arquivos de 1KB.	107
F.1.2	Com arquivos de 1MB.	109
F.1.3	Com arquivos de 1GB.	109
F.2	Uso de memória	109
F.2.1	Com arquivos de 1KB.	109
F.2.2	Com arquivos de 1MB.	109
F.2.3	Com arquivos de 1GB.	111
F.3	Tempo de criação de um arquivo	111
F.3.1	Com arquivos de 1KB.	111
F.3.2	Com arquivos de 1MB.	111
F.3.3	Com arquivos de 1GB.	111
F.4	Tráfego de Rede	111

F.4.1	Com arquivos de 1KB.	111
F.4.2	Com arquivos de 1MB.	111
F.4.3	Com arquivos de 1 GB	111

1 Introdução

O princípio básico de computação em nuvem consiste em acessar dados ou programas que estão armazenados remotamente, seja em um servidor na rede local ou na Internet. É comum, nesta arquitetura, a requisição de um cliente ser processada inicialmente pelo frontend até chegar ao *backend*. O Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) câmpus de São José, por exemplo, possui várias demandas de processamento em escala e rede, como por exemplo: *Quartus*, *Matlab*, *Netkit* ou mesmo para aplicações em *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), como o portal do câmpus, *wiki*, blogs entre outros (FILHO, 2012). Atualmente, com o crescimento anual de pessoas acessando esses serviços, há momentos de alta latência e de congestionamento, em especial, em aplicações Web. Para que esses serviços funcionem em nuvem com qualidade de serviço, é preciso analisar a infraestrutura do IFSC em seus três componentes básicos: rede, processamento e armazenamento de dados.

Há trabalhos em andamento sobre a rede física e lógica, bem como estudos sobre melhoria no processamento de dados. Portanto, o que este trabalho propõe é sugerir uma melhor maneira de armazenar os dados, realizando alguns testes para verificar o desempenho e estabilidade de um sistemas de arquivos distribuídos. Para tanto, será feita análise de sistemas de arquivos locais e distribuídos. Dessa forma, ao final deste trabalho, será possível recomendar à equipe responsável no câmpus São José as tecnologias que melhor se adequam às suas necessidades em termos de uso de recursos computacionais, latência, entre outros.

1.1 Motivação

Com o crescimento crescente de dados na rede do câmpus, em especial operações de compartilhamento e processamento dados e publicações web, é necessário melhorar o armazenamento e processamento do mesmo para garantir uniformidade, disponibilidade e segurança do conteúdo desejado.

No entanto, por melhor que sejam o *hardware* e/ou o *software*, estes não são imunes a falhas e/ou erros. Com esse trabalho de conclusão de curso (TCC), pretende-se testar diversos sistemas de arquivos, realizando testes de desempenho, disponibilidade, recuperação de dados, processamento, para escolher o mais indicado para o cenário do IFSC de São José.

1.1.1 Objetivo

Este trabalho tem por objetivo realizar testes simples de desempenho de leitura e escrita em sistemas de arquivos locais combinados aos distribuídos, para servir de recomendação à nova infraestrutura de serviços e servidores planejada para o Centro de Processamento de Dados (CPD) do IFSC câmpus São José.

2 Sistemas distribuídos

Nesse capítulo serão abordados alguns pontos relevantes deste trabalho, como as definições de sistemas de arquivos e sistemas de arquivos distribuídos, bem com as vantagens e desvantagem de seu uso.

2.1 Definição sistemas distribuídos

Segundo (COULOURIS et al., 2013), podemos definir sistemas distribuídos como :

Definimos um sistema distribuído como aquele no qual os componentes de hardware ou software, localizados em computadores interligados em rede, comunicam-se e coordenam suas ações apenas enviando mensagens entre si. Exemplos de sistemas distribuídos : jogos online, e-mails, redes sociais, e-commerce.

Apoiado sobre essa ideia, um sistema distribuído são computadores de clientes, estações de trabalho ou servidores, conectados simultaneamente em rede, com um *software*. A sua função é de reproduzir a percepção de um sistema único ao usuário.

2.2 Sistemas de Arquivos distribuídos

Para (CARLOS; TAVARES, 2013) sistemas de arquivos distribuídos é:

... é um sistema de arquivos no qual os arquivos nele armazenados estão espalhados em *hardware* diferentes, interconectados através de uma rede. Para que esses arquivos sejam acessados, modificados e que sejam criados outros arquivos é necessária uma estrutura que permita tais operações.

Ou seja: os arquivos ficam em servidores distintos, porém para o usuário, apresenta ser um único servidor. Para fazer alguma alteração nesses arquivos, é necessário um acesso a esse sistema de arquivos distribuído.

2.2.1 Vantagens e desvantagens

Nessa sessão, serão listados as principais vantagens e desvantagens em se utilizar um sistema de arquivo distribuído na infraestrutura da rede.

2.2.1.1 Vantagens

- Melhor utilização dos recursos: com um sistema de arquivos distribuído é possível um melhor aproveitamento dos recursos computacionais e de rede;

- Crescimento incremental: possibilidade de aumentar o cluster, a medida que aumenta a demanda de cliente ou serviços;
- Compartilhamento do mesmo dado: acesso de usuários a uma mesma base de dados;
- Maior confiabilidade: os dados ficam armazenados em várias máquinas, ao invés de uma, reduzindo a quantidade de ponto único de falha (*Single Point Of Failure - SPOF*) no ambiente;
- Múltiplos acessos sem perder desempenho local de uma dada conexão.

2.2.1.2 Desvantagens

- Maior complexidade de implementação quando comparado com sistemas de arquivos locais;
- Deve se ter uma boa infraestrutura de rede para a mesma não ficar lenta;
- Custo: se não houver uma boa infraestrutura, pode-se ter o custo se torna elevado para se ter os equipamentos corretos;

2.2.2 Sistemas de arquivos distribuídos utilizados nos testes

A escolha dos programas *Ceph* e *GlusterFS* que gerenciam sistemas de arquivos se deve à alta confiabilidade, desempenho, escalabilidade, ser código aberto e permitir uma melhor segurança, disponibilidade e redundância dos dados armazenados nos servidores, além de serem compatíveis com as plataformas já em uso no IFSC câmpus São José.

2.2.2.1 Ceph

Segundo os desenvolvedores do Ceph, ([Ceph, a](#)), tem capacidade para gerenciar grandes quantidades de dados e clientes, compatível com formatos de arquivos como EXT4 e XFS. Ele armazena os dados como objetos, que correspondem a um arquivo no sistema de arquivos, como podemos ver na figura 1. Os objetos têm como parâmetros dados binários e seus respectivos metadados, que consta em um conjunto de blocos com nome e valor.

Este programa não possui gateway centralizado, os clientes interagem diretamente com o Ceph OSD, ele cria réplicas de objetos, garantindo a segurança dos dados e gerando alta disponibilidade. Utilizando de um algoritmo denominado CRUSH, os dados são dinamicamente distribuídos ao longo dos nós, tarefa essa que é realizada periodicamente a fim de reduzir a latência nos acessos de leitura e de escrita dos blocos de dados.

Antes de um cliente conseguir ler ou escrever dados no sistema de arquivos, ele precisa ter contato com um monitor Ceph, para localizar uma cópia mais atual do cluster.

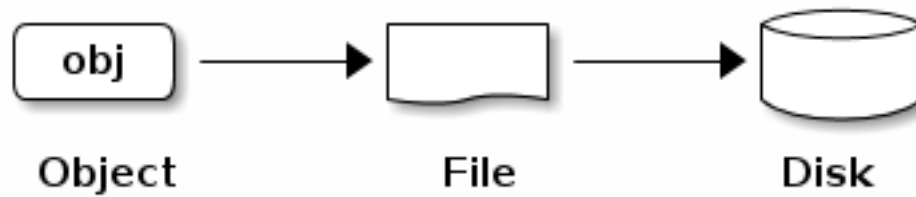


Figura 1 – Armazenamento de Dados (Ceph, a)

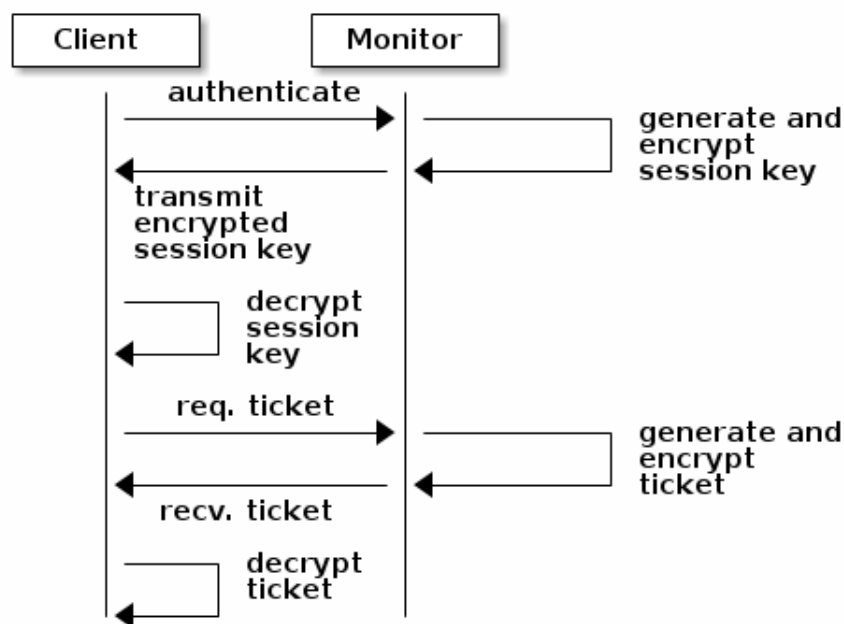


Figura 2 – Autenticação Usuário (Ceph, a)

Pode-se ter um cluster com apenas um monitor, porém se o mesmo falhar, o cliente não irá conseguir mais realizar as operações. São recomendados, por questão de disponibilidade, no mínimo três monitores.

A autenticação do cliente é recomendado, porém não é uma prática obrigatória a utilização de chaves secretas compartilhadas: o cliente e o cluster do monitor possuem uma cópia da chave. Caso as chaves não sejam idênticas, não haverá permissão para o usuário realizar as operações. Na prática, quando o usuário realiza o login, o monitor gera uma chave de sessão criptografada associada com a senha do cliente e envia ao usuário. O usuário decifra a chave, com isso, identifica o usuário atual e sessão conforme a figura 2.

Na ilustração 3, é exemplificado o funcionamento da arquitetura do Ceph, onde os clientes fazem a requisição dos dados, essa requisição chega aos servidores de metadados no qual é responsável por gerenciar a localização e armazenamento dos arquivos, além de

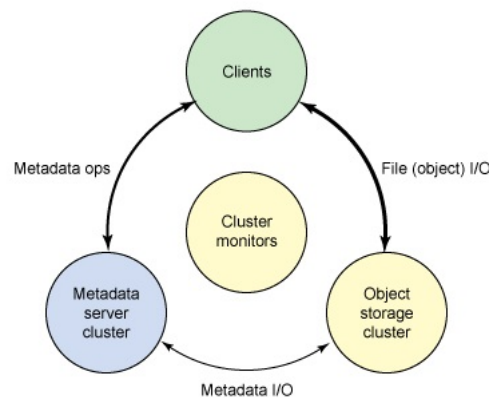


Figura 3 – Arquitetura Ceph (JONES, 2010)

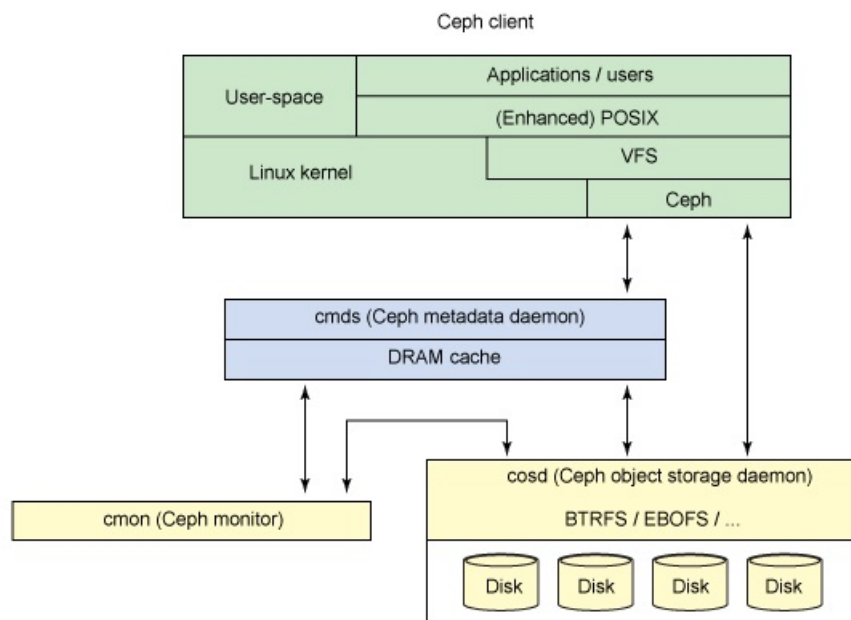


Figura 4 – Visão Simplificada Ceph (JONES, 2010)

ter a função de abrir, fechar ou renomear os mesmos. Funções de ler ou gravar arquivos é de responsabilidade do cluster de armazenamento de objetos (JONES, 2010).

Com a imagem 4, temos uma visão simplificada do Ceph, com os seguintes componentes, conforme Jones (2010):

1. Monitor (MON).
2. Serviços de armazenamento de objetos (OSD);
3. Serviço de de metadados (MDS);

O OSD é responsável por armazenar objetos no sistema de arquivos local e fornecer acesso a eles através da rede (Ceph, c). O MDS armazena os metadados dos arquivos

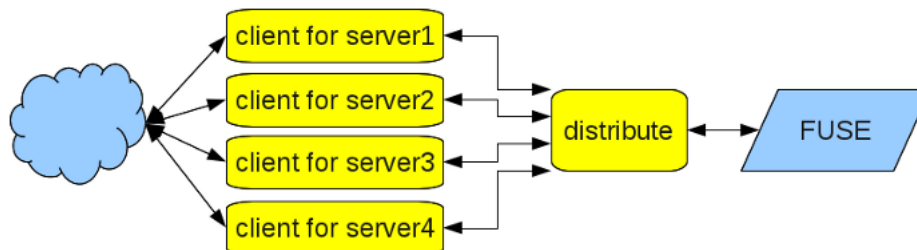


Figura 5 – Arquitetura GlusterFS (GlusterFS, a)

(propriedades, permissões, datas), podendo assim operar um objeto como um sistema de arquivos (Ceph, b).

2.2.2.2 GlusterFS

Esse sistema tem abordagem em camadas, onde os recursos são adicionados e removidos de acordo com o usuário. Tem compatibilidade com EXT3, EXT4 e XFS, para armazenar os dados e pode-se chegar na escala de petabytes de armazenamento. (GlusterFS, a)

Conforme a figura 5, podemos observar a arquitetura do GlusterFS, onde o `distribute` recebe uma lista com os sub-volumes e distribui os arquivos entre eles, tendo assim um volume único de armazenamento com a série dos outros menores. Cada arquivo poderá ser escrito em servidores diferentes, como por exemplo: `arquivo1.txt` no servidor 3 e `arquivo2.txt` no servidor 1. O indexador sabe em qual servidor está o arquivo pelo nome, caso tenha mudança no nome do arquivo, um arquivo ponteiro é escrito para o hash saber a localização. (GlusterFS, a)

Alguns componentes principais GlusterFS são:

- **Bricks (tijolos):** é um diretório no sistema de arquivos que foi atribuído a um volume.
- **Réplicas de dados :** a réplica é usada visualizando uma redundância de armazenagem e disponibilidade dos dados. Os dados são distribuídos por diferentes nós, o usuário por fim, não sabe em qual servidor está seus dados.
- **Stripe:** é recomendável que se utilize volumes distribuídos apenas em ambientes que se tem uma alta concorrência para acessar arquivos muito grandes. O usuário pode configurar o número de *stripes*, diferente do Ceph, porém esse número tem que ser múltiplos dos bricks.
- **Filesystem in Userspace (FUSE):** fica encarregado de permitir o usuário a criação de um sistema de arquivos.

Segundo (GlusterFS, c), existe a possibilidade no GlusterFS de criar diferentes tipos de volumes, como:

- Distribuídos: distribui arquivos pelo bricks no volume. Utilizado onde a prioridade é escalar o armazenamento com redundância, sendo fornecida por outras camadas de hardware ou software.
- Replicados: replica o bricks no volume. Cenário indicado: onde se precisa de alta disponibilidade e confiabilidade.
- Stripe distribuídos: dados que estão em dois ou mais nós no cluster. Usado quando se tem prioridade na escala de armazenamento com ambiente de alta concorrência.
- Distribuídos replicados: distribui arquivos entre bricks replicado no volume. Indicado para armazenamento e alta confiabilidade.
- Stripe replicado: volume de dados em stripes em todo brick replicado no cluster. Indicado em ambientes com alta concorrência e acessos paralelos em arquivos grandes.
- Dispersos: fornece proteção de espaço evitando falhas no disco ou servidor. Armazena fragmento codificado em cada brick, com isso, para recuperar o arquivo original, precisa do subconjunto de fragmento.
- Distribuídos dispersos: distribui arquivos nos sub volumes. Se tem as mesmas vantagens em distribuir volumes repetidos.

2.2.3 Resumo de Ceph e GlusterFS

Com a figura 6, temos comparações direta entre o *Ceph* e o *GlusterFS*, onde verificamos que os dois tratam os arquivos como objetos, nenhum trabalha com *gateway* centralizado (centralização dos arquivos em um único servidor), permitem autenticação de usuário, realizam *striping* (divisão de um arquivo em diferentes servidores), ambos são software gratuitos porém só o *Ceph* apresenta um nó em tempo real (que seria quando se adiciona um servidor na rede), com o *GlusterFs* precisa reiniciar o serviço.

Sistemas de arquivos	Objetos	Gateway Centralizado	Autenticação	Striping	Software Gratuito	Nó em tempo real
CEPH	X		X	X	X	X
GlusterFS	X		X	X	X	

Figura 6 – Tabela comparativa entre os SaDs

3 Sistema de arquivos local

Um sistema de arquivos distribuídos gerencia sub-volumes de sistemas de arquivos locais, formando no olhar do usuário um único volume, ou seja, ele necessita de um formato de arquivo local para armazenar os arquivos do cluster. Na visão de ([Gleci Ribeiro Martins e Letícia Saalfeld](#) ,),um sistema de arquivos pode ser explicado local como:

... Um sistema de arquivos é o método e a estrutura de dados que um sistema operacional utiliza para administrar arquivos em um disco ou partição, ou seja, a forma pela qual os arquivos estão organizados em um disco. A expressão também é utilizada para se referenciar a uma partição ou disco que seja usado para armazenar os arquivos ou outros tipos de sistemas de arquivos.

Apoiado sobre essa ideia, um sistema de arquivo, provê estrutura de dados e a organização de arquivos em um dispositivo de armazenamento. Sabendo interpretar ordens (criar, acessar, modificar, apagar ou codificar um arquivo) recebidas de um sistema operacional ou software.

3.0.1 Sistemas de arquivos distribuídos utilizados nos testes

Foi escolhido para a realização dos testes, os formatos de arquivos local: Ext4, XFS e Btrfs, pois contém escalabilidade, desempenho, confiabilidade e já estão integrados ao kernel do linux.

3.0.1.1 Ext4

Conforme ([LAIRD, 2008](#)), em 1992 Ext foi criado por Remy Card e foi o primeiro a utilizar sistema de arquivo virtual no Linux, tinha suporte de arquivos até 2 gigabytes, logo em seguida em 1993, foi lançado o Ext2 com suporte para arquivos de 32 TB. O avanço mais importante veio no Ext3, onde se introduziu o conceito de journaling, deixando o sistema extremamente confiável, porém em termos de desempenho ficava atrás dos outros formatos. Posteriormente o Ext4, ficou extremamente estável, pensado para usuários com grandes matrizes de disco, muitos subdiretórios, registro de data, hora precisos, possuindo compatibilidade com Ext2 e Ext3. Ou seja, se utiliza o Ext4 pensando na estabilidade e não em performance. Principais características são:

- Permite sistemas de arquivos de até 1024 pebibytes;
- Arquivos de 16 TiB;

- Desfragmentação online, ou seja, no momento que o arquivo está sendo alocado ele é desfragmentado;
- Registro de data e hora na escala de nano segundos;
- No formato de arquivo Ext3, se tinha um limite de 32 mil subdiretórios, na versão Ext4 esse limite foi removido;
- Reduzido o tempo de exclusão de grandes arquivos;
- A reserva em disco para o arquivo atrasa até o último momento, podendo gerar uma performance melhor;
- Existe uma verificação no registros de dados, gerando mais confiabilidade e desempenho;
- Verificação de disco mais rápida, pois com a nova estrutura, o FSK só verifica arquivos que estão sendo utilizados;

3.0.1.2 XFS

Segundo ([LINUX](#),) XFS é um sistema de arquivo de criado pela Silicon Graphics, que depois foi adaptado ao Linux. Para ([PEREIRA, 2011](#)) o principal objetivo do sistema é alta performance e também para trabalhar em grande escala, desenvolvido com arquitetura 64 bits, mas compatível com 32 bits. Muito indicado para aplicações de banco de dados, porém utiliza muitos recursos cache da memória RAM. Suas principais características são:

- Em sistemas de 64bits, tamanho máximo de arquivo é de 8 EB;
- Em sistemas de 32bits, tamanho máximo de arquivo é de 16 TiB;
- Blocos variados de 512 bytes a 64Kb;
- Mantém a gravação dos metadados dos arquivos no journaling, mantendo o sistema de arquivos preservado;
- Possui desfragmentação online;
- Contém redimensionamento online, ou seja, pode aumentar o tamanho do sistemas de arquivos, no momento que quiser. Porém não se pode diminuir o mesmo;
- Executa operação de escrita e leitura melhor em arquivos de tamanho grande;
- Operações que usam o metadados em XFS são mais lentas que em outros sistemas de arquivos;

3.0.1.3 Btrfs

De acordo com ([RUSSO,](#)) começou a ser desenvolvido pela *Oracle*, porém hoje conta com participação de empresas como *Intel*, *SUSE*, *Red Hat* e *Fujitsu*. Um dos principais objetivos deste formato é inibir a perda de dados por problemas, permitindo que aumente ou diminua o tamanho do sistema de arquivos montado. Isso faz com que se tenha grande armazenamento de dados e com uma grande performance. Sistema ainda em desenvolvimento, porém considerado estável. Pode ser encontrado alguns problemas como taxa de ocupação, onde se indica o disco cheio mesmo tendo espaço livre. Principais características para ([BTRFS, 2015](#)):

- Tamanho máximo de arquivo: 16 EiB;
- Desfragmentação de espaço online;
- Conversação com sistemas de arquivos Ext3/ Ext4 existente;
- Alocação dinâmica de inodes;
- Snapshots com o sistema de arquivos montados;
- Checksums dos dados e metadados, o que garante a integridade dos dados armazenado;
- Fácil administração;

4 Cenário e metodologia de testes

4.1 Cenário de testes

O campus IFSC de São José tem uma rede de médio porte e sua rede externa faz parte da rede nacional de pesquisa (RNP), com links de 1Gbps/s com diversas instituições do sul do país. Na rede interna, o IFSC possui um CPD, onde ficam localizados os equipamentos de redes do campus, como servidores e ativos de rede.

O modelo de teste do sistema distribuído irá ser cliente/servidor, ou seja, o cliente irá fazer requisição de serviços ao servidor, que por sua vez irá responder com o dado solicitado, o que acaba gerando mensagens simples de requisição/resposta entre os mesmos. O tempo de espera pela requisição do dado pode ser configurado, portanto, caso o tempo expire, considera-se que a resposta foi perdida e começa um novo processo com a resposta.

4.2 Equipamentos utilizado nos testes

Foi utilizado para os testes um switch Gigabit Ethernet Cisco Catalyst 2960S. Os três computadores usados para simular os servidores (que é o mínimo recomendável para se ter um sistemas de arquivos distribuído) tem as seguintes configurações:

- Computador 1: Processador: I5-4590 de 3.3 GHz.

Memória RAM: 16GB (DDR3 - 1600 MHz).

HD: 1TB (7200rpm).

Sistema operacional: Ubuntu Server 14.04.4.LTS .

Kernel: 4.2.0.27 generic.

Velocidade placa de rede: 10/100/1000 Mbps/s.

IP Externo : 200.135.37.90

IP Interno : 10.0.0.1

Versão Ceph: 0.80.11

Versão GlusterFS: 3.5.9

- Computador 2: Processador: I5-4590 de 3.3 GHz.

Memória RAM: 16GB (DDR3 - 1600 MHz).

HD: 1TB (7200rpm).

Sistema operacional: Ubuntu Server 14.04.4.LTS .

Kernel: 4.2.0.27 generic.

Velocidade placa de rede: 10/100/1000 Mbps/s.

IP Externo : 200.135.37.91

IP Interno : 10.0.0.2

Versão Ceph: 0.80.11

Versão GlusterFS: 3.5.9

- Computador 3: Processador: I5-4590 de 3.3 GHz.

Memória RAM: 8GB (DDR3 - 1600 MHz).

HD: 500GB (7200rpm).

Sistema operacional: Ubuntu Server 14.04.4.LTS .

Kernel: 4.2.0.27 generic.

Velocidade placa de rede: 10/100/1000 Mbps/s.

IP Externo : 200.135.37.92

IP Interno : 10.0.0.3

Versão Ceph: 0.80.11

Versão GlusterFS: 3.5.9

4.3 Metodologia de testes

Para verificar qual a melhor combinação de software com formato de arquivos, foi criado um arquivo com tamanhos de 1KB, 1MB e 1GB. Durante os testes iniciais, percebeu-se que a partir de 30 (trinta) iterações os resultados convergiam para um valor médio - com baixa taxa de variação. Assumiu-se, pois, o valor de 30 iterações para todos os testes. Foi utilizada uma rotina com a finalidade de automatizar a criação dos arquivos, com as seguintes instruções:

```
time dd if=/dev/urandom of=/datapoint0/arquivo_teste0.txt \  
    bs=1MB count=1000  
time dd if=/dev/urandom of=/datapoint0/arquivo_teste1.txt \  
    bs=1MB count=1000  
.  
.  
.  
time dd if=/dev/urandom of=/datapoint0/arquivo_teste29.txt \  
    bs=1MB count=1000
```

```
bs=1MB count=1000
```

No exemplo acima foram gerados, no Servidor 1, trinta arquivos de nomes diferentes (os Servidores 2 e 3 continham as réplicas de dados), com tamanhos de 1GB e com conteúdo aleatório (pela leitura do arquivo `/dev/urandom`). Para criar arquivos de 1MB por exemplo, bastava apenas mudar o parâmetro da variável "bs" para 1KB.

Depois dos arquivos serem criados, foram coletados os dados a seguir:

- Tempo de criação de arquivos: com esse teste, será analisado o tempo de criação de um arquivo com a seguinte divisão: real, que é o tempo total para a criação do arquivo. User, que corresponde o tempo que o sistema entrega uma mensagem ao usuário, pode ser um aviso de confirmação ou erro. E por fim system, onde é sinalizado o tempo que o sistema demora para realizar a operação, ou seja o tempo real engloba o user e o system. Foi separado os resultados desses tempos para uma melhor compreensão do leitor. O comando "time dd" do script citado anteriormente para criação dos arquivos, retornava os valores necessitados nesse teste;
- Uso de memória: apura o uso da memória nos servidores. Onde será analisado os seguintes quesitos: a porcentagem de uso de memória do sistema total onde é utilizada para criação de arquivos, o *buffer* que se refere à memória temporária e memória cache que é uma memória auxiliar encontrada nos processadores, ajudando a aumentar a velocidade de criação;
- Uso do tráfego de rede: teste no qual haverá uma medição de uso de banda dos servidores, analisando a taxa de *upload* (taxa de envio) e *download* (taxa de recepção). Com itens como Pico (onde irá ser exibido a maior taxa), média (onde demonstra a taxa média durante o teste) e o valor mínimo (com o valor mínimo da amostra);
- Idle: teste para averiguar o tempo do processador em inatividade, ou seja, quanto menor a porcentagem, mais tarefas ele realizou nesse período de tempo;
- Desempenho de I/O Wait: Cada core ou núcleo do processador executa vários processos que estão em fila de atendimento. Toda vez que o processo atendido estiver em estado de I/O Wait, o processador não faz nada, mas tem o custo de chavear contexto de processo, carregar em memória. Ou seja, quanto maior a porcentagem deste teste, pior, pois o processo ficou a espera da resposta do dispositivo de armazenamento;

Para os testes de desempenho de "I/O Wait", "Idle" e "Uso de memória" foi utilizado uma ferramenta no qual conseguia ler os dados necessários denominada *sysstat* com a versão 11.5.2. Para verificar os parâmetros de rede, foi usado o software *Speedometer* com a versão 2.8.

5 Resultados obtidos

Esse capítulo irá conter os maiores e menores resultados e a média dos mesmos, obtidos em diversos testes já mencionados no capítulo 4.3, com intuito de verificar qual o SaD tem o melhor desempenho na rede do IFSC câmpus São José. Todos os demais gráficos produzidos para esse TCC podem ser encontrados na apêndices.

5.1 GlusterFS e XFS

5.1.1 Desempenho de I/O

Com arquivos de 1kB, podemos verificar os resultados com a tabela 3, onde os resultados na geração de arquivos, o servidor 1 obteve aproximadamente 3 % de I/O Wait e com o Idle em 95,95 %. Os demais servidores tiveram um valor de I/O Wait um pouco mais elevado em comparação ao servidor e um Idle mais baixo.

Durante o processo de criação de arquivos de 1mb, o servidor 1 obteve um Idle mais elevado que os outros servidores e o I/O Wait mais baixo que os mesmos. Em relação aos arquivos de 1gb, o servidor 2, registrou um aumento de I/O Wait que ficou em 12,20%. Podemos observar os demais dados através da tabela 5.

5.1.2 Uso de memória

Observando a tabela 6, podemos ler o resultado do uso da memória na geração de arquivos de 1Kb, onde os dados coletados dos servidores 2 e 3, mostram um grande consumo de memória. Com arquivos de 1mb, o cenário continua o mesmo, utiliza-se grande quantidade de memória para arquivos de pequeno tamanho. O uso de memória aumenta consideravelmente, quando criamos arquivos de 1gb, chegando a quase cem por cento da memória do sistema em todos os servidores.

5.1.3 Tempo de criação de um arquivo

Documentos de 1kb, por serem arquivos pequenos, o tempo de "user" e "system" possuem tempos nulos e o tempo total de criação se torna muito baixo, como podemos observar conforme a tabela 9.

A tabela 10, nos demonstra o tempo para geração de cada arquivo de 1mb. Onde relata um aumento moderado do tempo total na geração do mesmo, contudo para o usuário, continua praticamente sem perceber esse aumento. Já com arquivos de 1gb, nos

atentamos para um aumento bastante considerável no tempo de criação. O usuário já consegue perceber esse tempo, pois chega a quase três minutos.

5.1.4 Tráfego de Rede

Em arquivos pequenos como de 1kb, 1mb e 1gb, obtive um ótimo resultado nos testes, pois as taxas foram bastantes baixas e não comprometeu o tempo de criação dos mesmos, obtendo no máximo uma taxa de upload de 11 mb/s, em arquivos de 1gb. Como podemos verificar pela tabela 16.

5.2 GlusterFS e BTRFS

5.2.1 Desempenho de I/O

Irá ser mostrado com a tabela 18 os resultados de I/O Wait e Idle em todos os servidores, com o formato de arquivo BTRFS. Onde números de I/O Wait são muitos baixos, não chegando nem em um por cento.

Com a criação de arquivos de 1mb o cenário permanece estável. No servidor 1 o Idle teve uma leve queda para 98,67%, os demais valores podem ver através da tabela 19. Já os arquivos de 1gb, em apenas um servidor se tem uma elavação de valores, chegando aos 13,05%, nas demais máquinas valores continuam estáveis.

5.2.2 Uso de memória

Por se referir à um arquivo de tamanho menor, como de 1kb, temos um uso de memória muito baixo, quase insignificativo para a máquina. Como podemos ver pela tabela 21, onde o valor máximo usado de memória foi aproximadamente 8% da memória total.

Em um arquivo um pouco maior (com tamanho de 1mb) podemos examinar um aumento no consumo de memória, onde no servidor 3 chega a passar de 20%.

Com arquivo maior se comparado à 1kb e 1 mb, pode-se observar o ápice de consumo de memória no sistema chegando quase a 33% no servidor. Por meio tabela 23, temos resultados mais detalhado.

5.2.3 Tempo de criação de um arquivo

Assim como os dados anteriores em relação à criação de arquivos de 1kb, o tempo de geração desses arquivos são incrivelmente pequenos não ultrapassando o tempo de 2 milissegundos.

Com arquivos de 1mb, o resultado da medição do tempo na criação, no qual teve um ligeiro aumento nos tempos, no entanto nada significativo ao usuário. Se tem uma melhor visualização dos tempos com a tabela 25.

Por se tratar de um documento de tamanho superior ao outros, o tempo de criação aumenta significativa e perceptivelmente ao usuário em arquivos de 1gb. Com uma média de tempo aproximadamente de dois minutos.

5.2.4 Tráfego de Rede

A combinação de GlusterFS com BTRFS, mostrou um resultado não satisfatório, pois demonstrou que utiliza muito recurso da rede, desde arquivos menores como de 1kb e até mesmo em arquivos maiores como o de 1 gb, que chegou a ter uma taxa de upload de 20 mb/s(tabela 32).

5.3 GlusterFS e Ext4

5.3.1 Desempenho de I/O

Os resultados de I/O Wait se mostraram baixos desde arquivos pequenos até para arquivos maiores, como podemos perceber com a tabela 35. Isso significa que o processador ficou pouco tempo esperando instruções na criação dos arquivos.

5.3.2 Uso de memória

O uso de memória se mostrou um pouco elevado em arquivos pequenos, como os de tamanho de 1kb, como observamos a tabela 36. Consumo no servidor 3 chegou próximo aos 9%, o que é grande considerando o arquivo em questão.

Situação ficou mais alarmante com arquivos maiores, no caso de 1gb, o sistema acabou utilizando 84% da memória total do servidor 1. Verificamos demais dados do uso de memória na criação de arquivos de 1gb com a tabela 38.

5.3.3 Tempo de criação de um arquivo

Os tempos de criação de arquivos se mostraram baixos, desde arquivos de 1kb (tabela 39), 1mb e principalmente em arquivos de 1gb, que teve uma média inferior de dois minutos.

5.3.4 Tráfego de Rede

O consumo de banda no momento em que se cria arquivos, mostrou-se excessivo, principalmente em arquivos de 1mb e de 1 gb (tabela 46) chegando próximo dos 20 mb/s.

5.4 Gráficos comparativos dos resultados do GlusterFS

Sob a forma de um resumo, temos na figura 12 os resultados já comentados na sessão 5.1, 5.2 e 5.3, porém representados em gráficos de comparação diretas de cada sessão de teste, com intuito de uma melhor compreensão ao leitor.

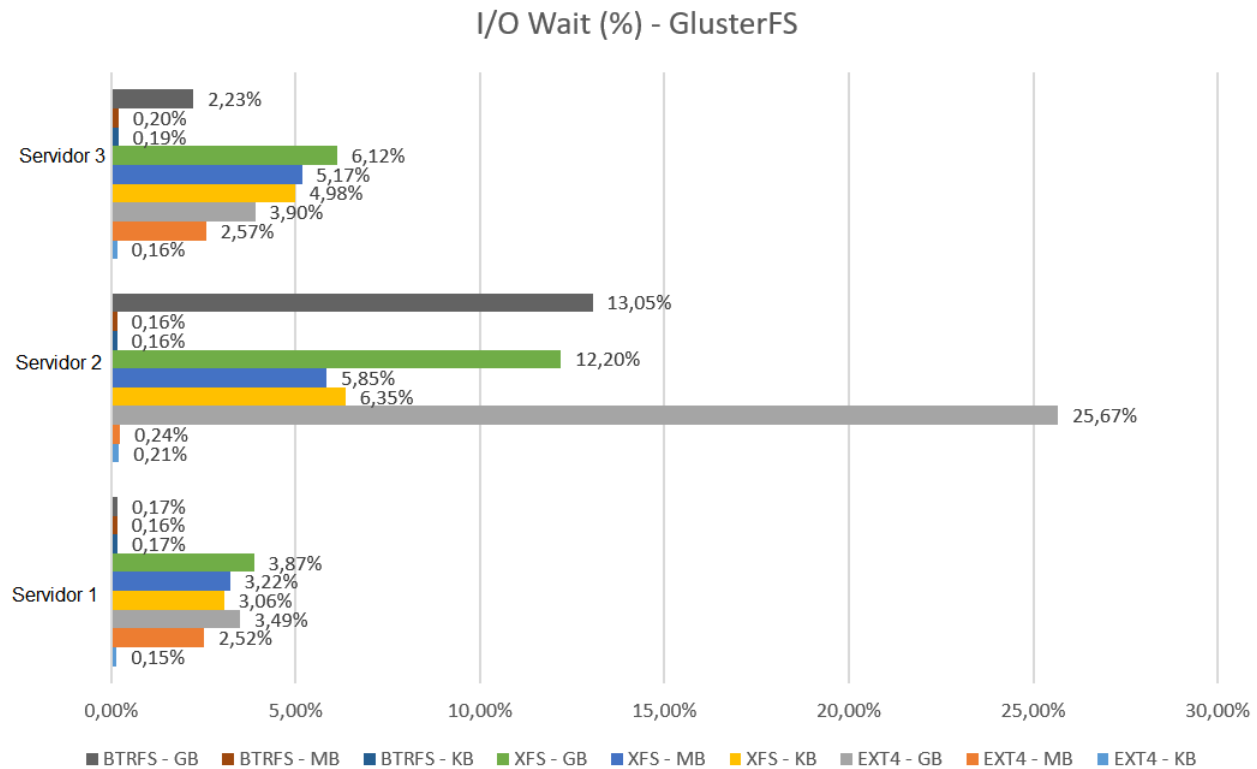


Figura 7 – I/O Wait - GlusterFS

5.5 Ceph e Ext4

5.5.1 Desempenho de I/O

É perceptível que quando é criado arquivos de 1kb (tabela 63), 1mb (tabela 64) e 1gb (tabela 65), se obtém um excelente resultado, pois não tem uma sobrecarga nos servidores 2 e 3, onde os números de I/O Wait não chegam a um por cento, os números são maiores no servidor 1, pois é ele que está gerando a informação dos arquivos.

5.6 Uso de memória

Com a tabela 51, podemos ver o uso de memória na criação de trinta arquivos de 1 Kb. O consumo ao total se mostra baixo, praticamente imperceptível ao sistema.

Com arquivos de 1 mb, o dispêndio de memória continua praticamente o mesmo, apenas há uma elevação no consumo de memória cache do sistema.

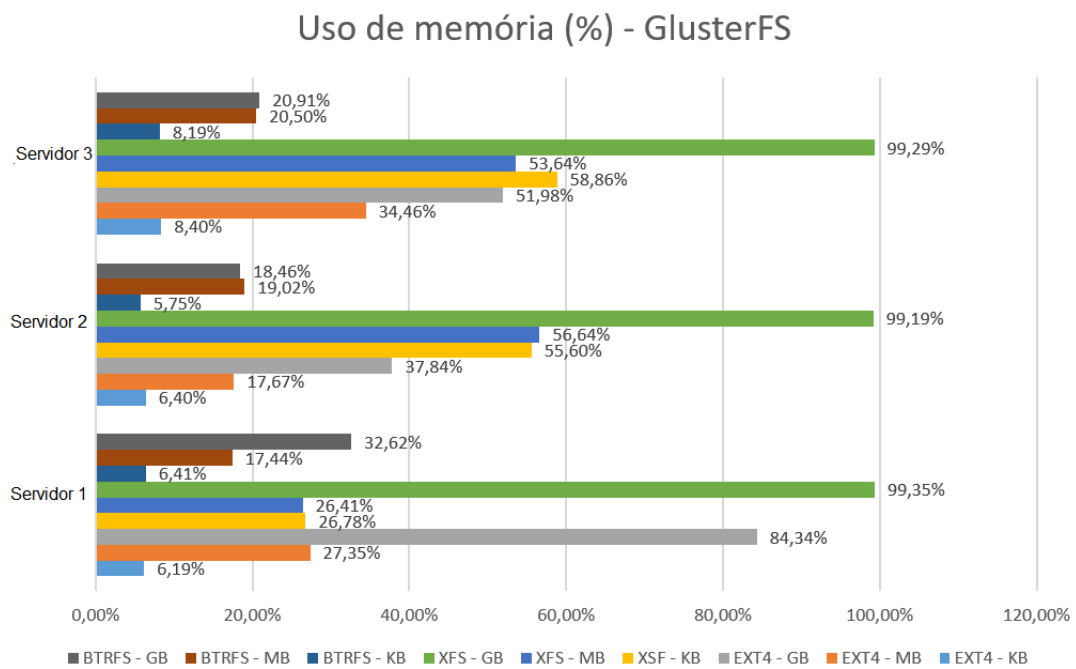


Figura 8 – I/O Wait - GlusterFS

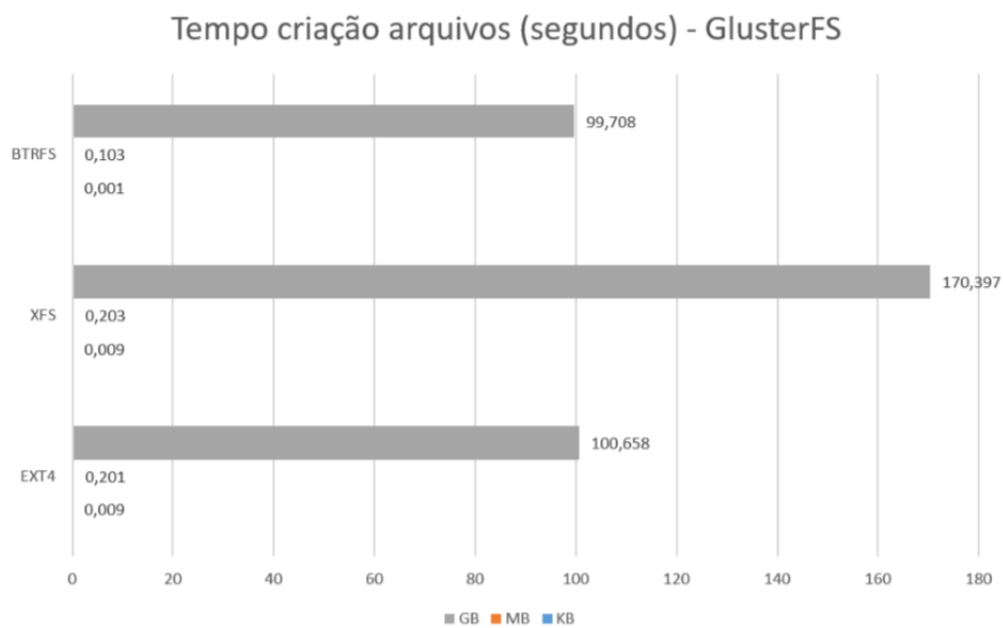


Figura 9 – Tempo criação - GlusterFS

Na produção de arquivos maiores, nota-se com a tabela 53 que apenas no servidor 1 há um aumento no uso de memória devido ao processamento, pois a informação está sendo gerada no mesmo. O consumo no servidor 1 não chega chegando a 40% da capacidade total.

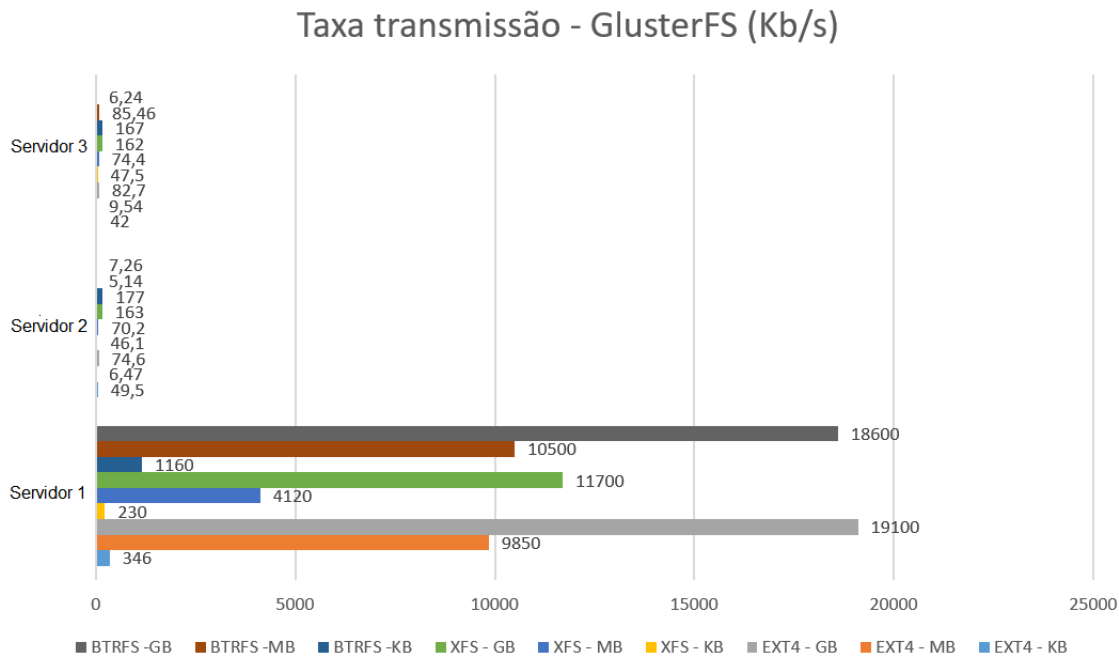


Figura 10 – Taxa Transmissão - GlusterFS

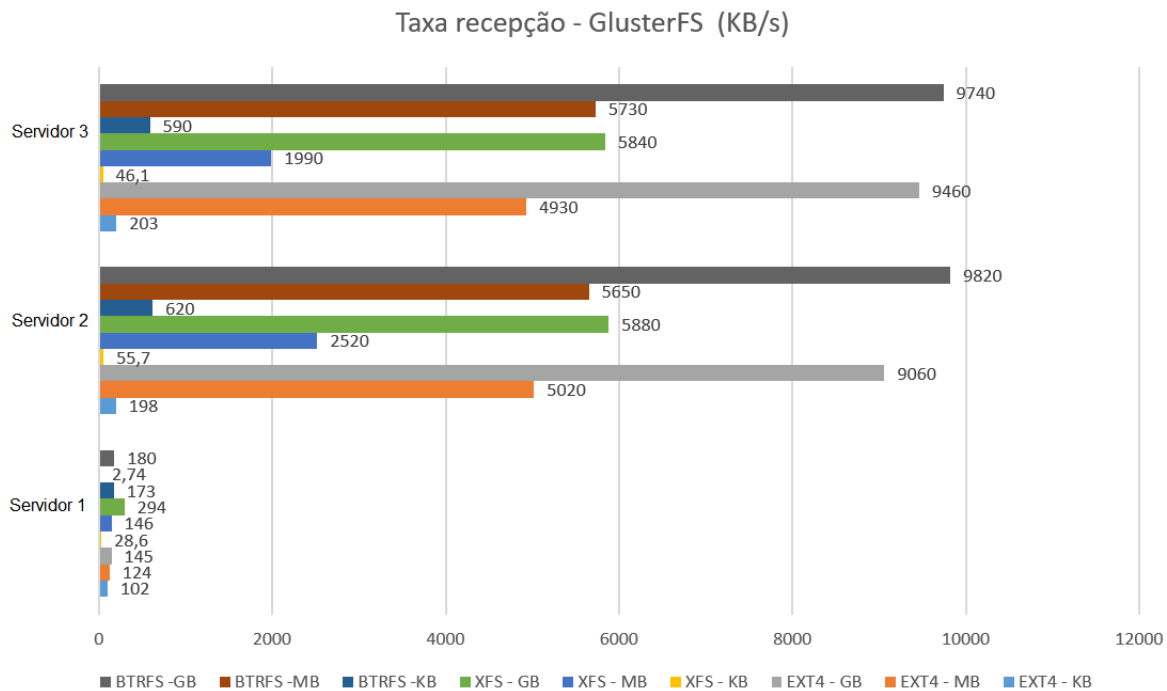


Figura 11 – Taxa Recepção - GlusterFS

5.6.1 Tempo de criação de um arquivo

A combinação do Ceph com o Ext4, se mostrou muito eficiente em criação de arquivos pequenos, o tempo chega a ser quase instantâneo e imperceptível aos olhos do usuário. A comprovação disto está no gráfico 56.

Com arquivos maiores essa dupla se mostrou um pouco mais lenta do que com o

GlusterFS utilizando Ext4, ficando explícito ao usuário, pois a diferença é mínima chega próximo de vinte segundos.

5.6.2 Tráfego de Rede

Em arquivos menores, como de 1kb, o consumo de banda se mostrou elevado, com a taxa de upload chegando à 5mb/s . Porém nos demais arquivos como de 1mb e 1 gb (tabela 61), a taxa se mostrou bastante satisfatória, não ultrapassando a taxa de 10mb/s.

5.7 Ceph e XFS

5.7.1 Desempenho de I/O

Foi verificado o desempenho de I/O em cada máquina do nosso cenário de testes, onde o servidor 1 possui a maior taxa de I/O Wait e a menor de Idle.

Os resultados mais expressivos, foram na criação de arquivos de 1gb, onde teve uma grande elevação no I/O do servidor 1 e uma grande queda no Idle, como podemos analisar com o gráfico 67.

5.7.2 Uso de memória

Na geração de arquivos de 1kb, tivemos um consumo de memória excessivo pelo tamanho de arquivo em questão como podemos observar na tabela 6, onde o consumo nos servidores 2 e 3 chegaram à 10%.

Por sua vez, na criação de arquivos de 1gb, o consumo de memória se mostrou outra vez elevado se comparado aos outros resultados de arquivos locais. Podemos verificar os valores de consumo dos servidores, com a tabela 8, que chegou próximo aos 50%.

5.7.3 Tempo de criação de um arquivo

O tempo para se criar um arquivo de 1kb e 1mb são bastantes baixos, o que torna para o usuário uma sensação de alocação dos arquivos instantâneo no cenário. Com arquivos maiores, como de 1gb, possui um tempo total maior, chegando a ser superior à dois minutos, verificamos mais detalhadamente com a tabela 71 .

5.7.4 Tráfego de Rede

Com arquivos de menores tamanho, se obtém taxas de transmissão de recepção menor, pois como os arquivos são pequenos o sistema se prepara para conteúdo novo a todo instante. Como podemos notar nos testes de arquivos de 1kb e 1mb, onde a taxa transmissão não passou de 10Mb/s.

Com arquivos maiores, onde o sistema fica mais tempo recebendo conteúdo do mesmo arquivo, se consegue taxas maiores, como foi com arquivos de 1gb, podemos ver no gráfico 75.

5.8 Ceph e BTRFS

Por não haver compatibilidade entre o Ceph e BTRFS, pelo qual, o principal motivo foi que em blocos de dados vizinhos, que são vazios ou repetidos, o BTRFS suprime para apenas um bloco. O Ceph não interpreta essa informação e com isso, não consegue inicializar o serviço. Sendo assim, não foi possível realizar os testes.

5.9 Gráficos comparativos dos resultados do Ceph

Neste item irá conter os resultados do Ceph com XFS e Ext4, em forma de gráfico de comparação, ambos resultados já comentados na sessão 5.5 e 5.7 respectivamente.

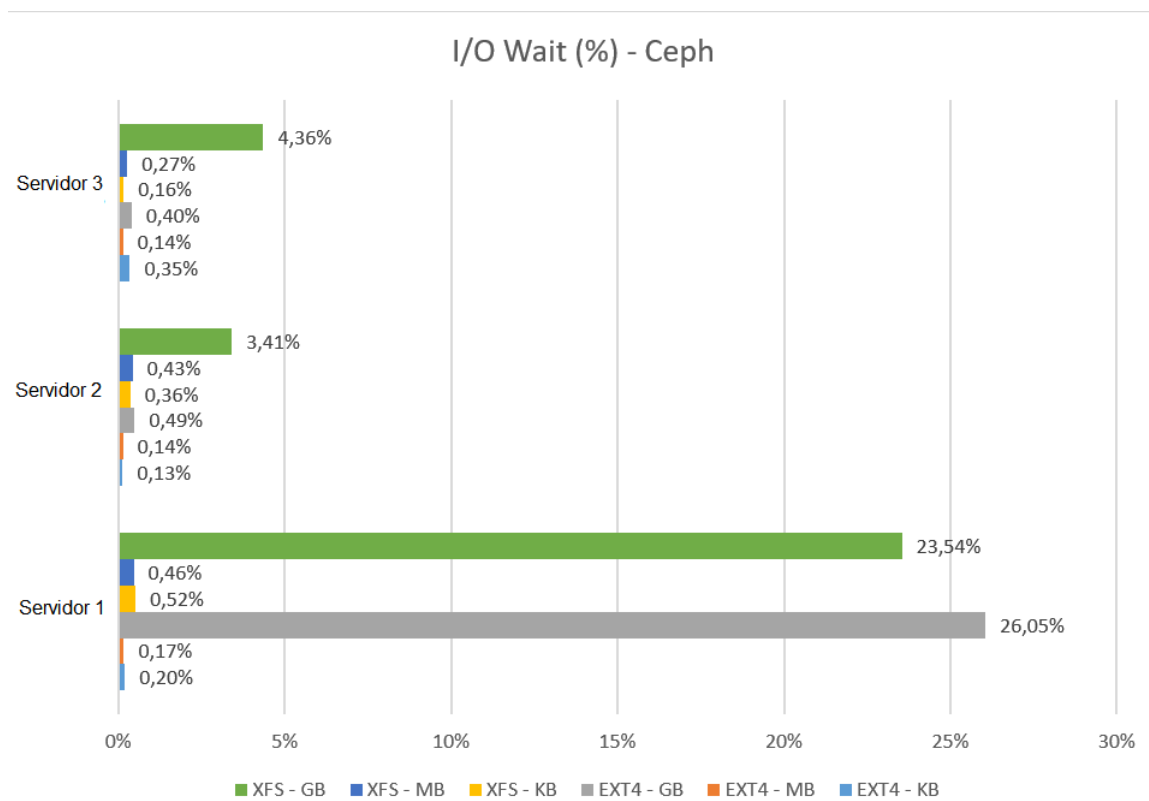


Figura 12 – I/O Wait - Ceph

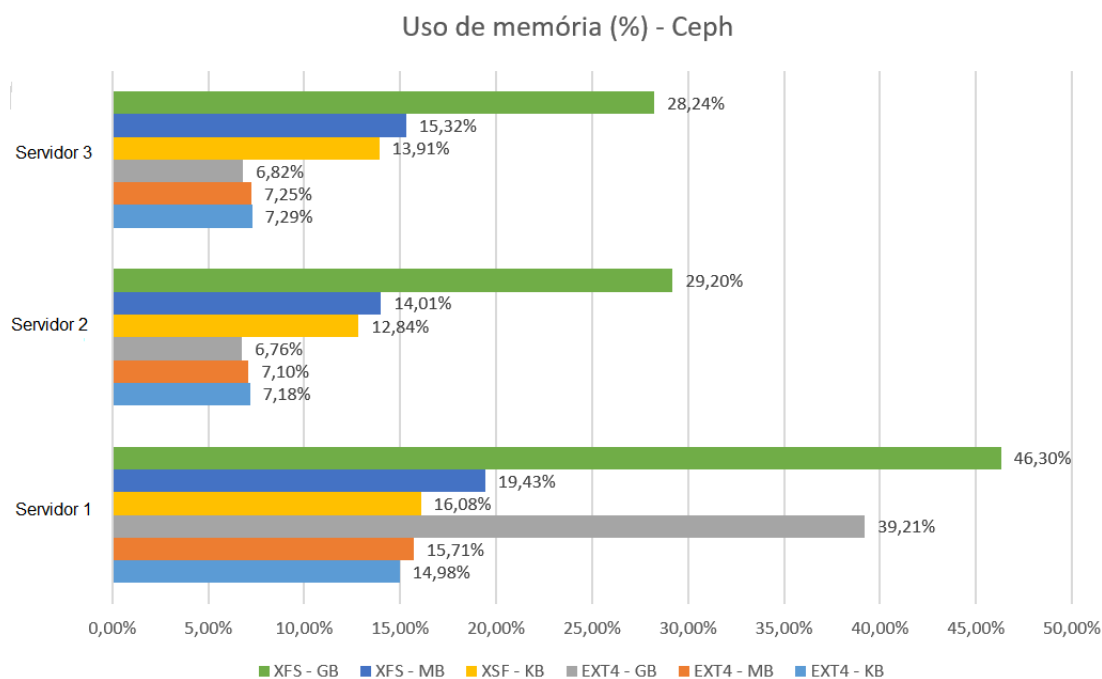


Figura 13 – I/O Wait - Ceph

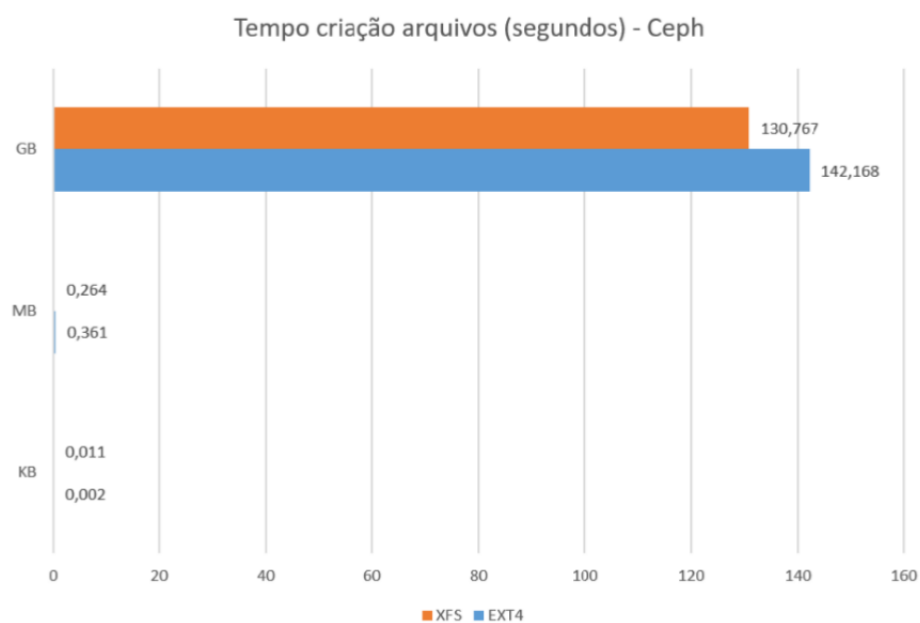


Figura: Tempo criação - Ceph

Figura 14 – Tempo criação - Ceph

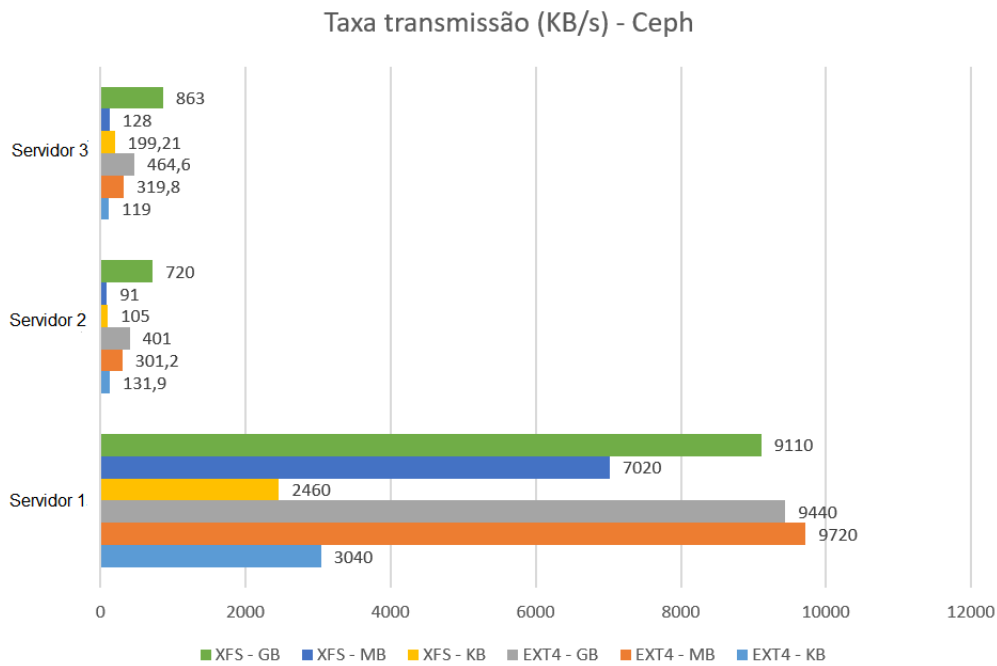


Figura 15 – Taxa Transmissão - Ceph

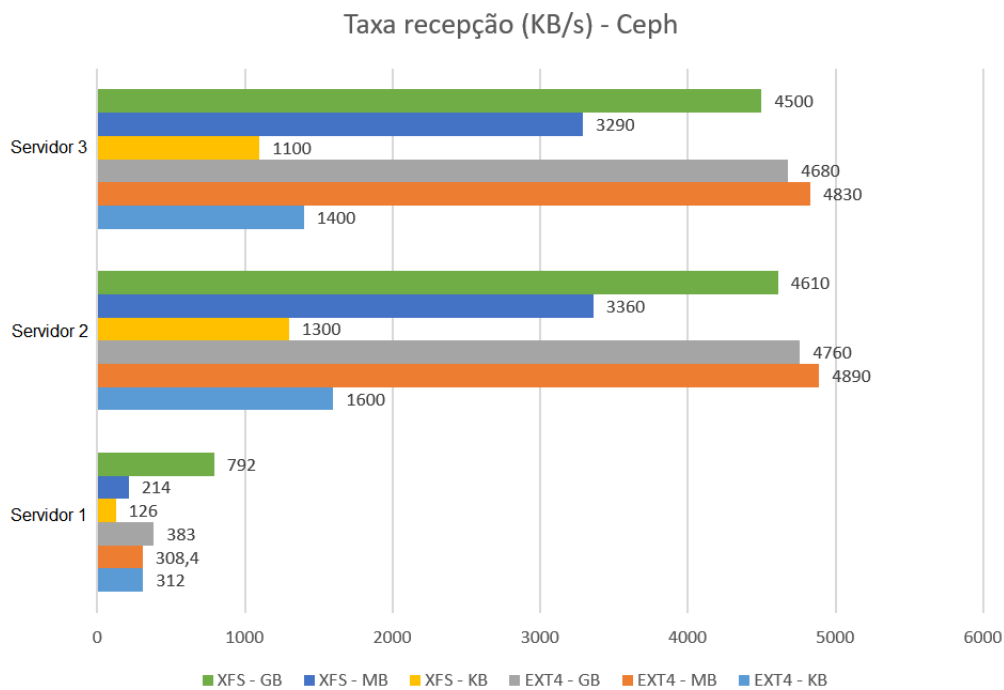


Figura 16 – Taxa Recepção - Ceph

6 Conclusões

Esse trabalho procurou mostrar uma possível melhoria na infraestrutura nos laboratórios do IFSC campus São José, por meio de implementação de servidores de arquivos distribuídos com intuito de diminuir gastos com equipamentos e gerar uma melhor distribuição de recursos computacionais.

Com os resultados coletados, podemos verificar que o formato de arquivo XFS, apesar de ser bastante recomendável para banco de dados, utilizou em excesso o recurso de memória principal com ambos os sistemas de gerenciamento de arquivos distribuídos.

Já o BTRFS, que era uma grande aposta, teve problemas de compatibilidade com o Ceph e por seu sistema ainda está em desenvolvimento, não foi escolhido para se trabalhar com o GlusterFS nos servidores do IFSC.

O formato EXT4 com o GlusterFS se mostrou rápido principalmente na criação de arquivos grandes, como de 1gb, porém acaba utilizando uma taxa elevada de banda da rede e um alto consumo de memória ram.

Com isso, o que obteve um melhor aproveitamento dos recursos computacional nos servidores, foi a combinação do formato de arquivo local EXT4 com o gerenciamento de arquivo distribuídos Ceph.

6.1 Dificuldades encontradas

A principal dificuldade está em relação aos logs apresentados pelos gerenciadores do sistema de arquivos distribuídos, em relação aos erros, no qual muitas vezes se mostra pouco eficaz sobre o motivo do serviço estar parado, onde na maioria das vezes foi mais fácil a reinstalação e a reconfiguração do programa.

6.2 Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros foram identificadas algumas oportunidades, que estão descritas a seguir:

- Verificar se lançou versão final do BTRFS e realizar os testes com o mesmo;
- Sugestão de implementar Ceph com EXT4 nos servidores do campus;
- Verificar compatibilidade das aplicações utilizadas n câmpus do IFSC - São José, com o sistema de arquivo distribuído;

Referências

- BTRFS. *BTRFS*. [s.n.], 2015. [Online; acessado 16-Dezembro-2015]. Disponível em: <https://btrfs.wiki.kernel.org/index.php/Main_Page>. Citado na página 41.
- CARLOS, R. L.; TAVARES, A. *Sistema de arquivos Distribuídos*. [s.n.], 2013. [Online; acessado 10-Outubro-2015]. Disponível em: <<http://www.lrodrigo.com.br/wp/wp-content/uploads/2013/08/arquitetura-de-sistemas.pdf>>. Citado na página 33.
- Ceph. *Architecture*. [s.n.]. [Online; acessado 04-Fevereiro-2016]. Disponível em: <<http://docs.ceph.com/docs/master/architecture/>>. Citado 3 vezes nas páginas 15, 34 e 35.
- Ceph. *CEPH-MDS – CEPH METADATA SERVER DAEMON*. [s.n.]. [Online; acessado 11-Fevereiro-2016]. Disponível em: <<http://docs.ceph.com/docs/master/man/8/ceph-mds/>>. Citado na página 37.
- Ceph. *ceph-osd – ceph object storage daemon*. [S.l.: s.n.]. Citado na página 36.
- CEPH. *Installation*. [s.n.]. [Online; acessado 02-agosto-2016]. Disponível em: <<http://docs.ceph.com/docs/master/start>>. Citado na página 64.
- COULOURIS, G. et al. *Sistemas Distribuídos: conceitos e projetos*. 5. ed. [S.l.]: Bookman Editora, 2013. Citado na página 33.
- FILHO, A. A. G. M. *Infraestrutura de redes de computadores focada em SaaS*. [S.l.: s.n.], 2012. Citado na página 31.
- Gleci Ribeiro Martins e Letícia Saalfeld . *Sistemas de Arquivos – Windows x Linux*. [s.n.]. [Online; acessado 21-fevereiro-2017]. Disponível em: <<http://webaula.unipar.br/henrique/aulas/2009/Sistemas20de20Informacao/Sistemas/Operacionais/bimestre/fat1.pdf>>. Citado na página 39.
- GlusterFS. *GlusterFS Concepts*. [s.n.]. [Online; acessado 04-Fevereiro-2016]. Disponível em: <http://www.gluster.org/community/documentation/index.php/GlusterFS_Concepts>. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 37.
- GlusterFS. *Installing GlusterFS - a Quick Start Guide*. [s.n.]. [Online; acessado 21-dezembro-2016]. Disponível em: <<http://gluster.readthedocs.io/en/latest/Quick-Start-Guide/Quickstart/>>. Citado na página 64.
- GlusterFS. *Setting up GlusterFS Server Volumes*. [s.n.]. [Online; acessado 19-Fevereiro-2016]. Disponível em: <<https://gluster.readthedocs.org/en/latest/Administrator/Guide/Setting/Up/Volumes/>>. Citado na página 37.
- JONES, M. T. *Ceph: Um sistema de arquivos distribuído Linux de escala petabyte*. [s.n.], 2010. [Online; acessado 22-fevereiro-2017]. Disponível em: <<https://www.ibm.com/developerworks/br/linux/library/l-ceph/>>. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 36.

LAIRD, C. *Migrando para a Ext4*. [s.n.], 2008. [Online; acessado 16-Dezembro-2015]. Disponível em: <<https://www.ibm.com/developerworks/br/library/wa-ltwebserv/>>. Citado na página 39.

LINUX, A. *XFS*. [s.n.]. [Online; acessado 18-Fevereiro-2016]. Disponível em: <<https://wiki.archlinux.org/index.php/XFS>>. Citado na página 40.

PEREIRA, D. M. *Filesystem (Sistemas de Arquivos): Várias siglas, um único resumo*. [s.n.], 2011. [Online; acessado 16-Dezembro-2015]. Disponível em: <<https://x22univale.wordpress.com/tag/xfs/>>. Citado na página 40.

RUSSO, R. *Btrfs – O sistema de arquivos da próxima geração GNU/Linux*. [s.n.]. [Online; acessado 18-Fevereiro-2016]. Disponível em: <<http://escreveassim.com.br/2014/02/06/sistema-de-arquivos-btrfs-linux/>>. Citado na página 41.

Apêndices

APÊNDICE A – Instalação dos SADs

Neste capítulo será explicado como foi configurado cada SAD. Com objetivo de um melhor entendimento de quem deseja reproduzir o cenário de testes.

A.1 Ceph

O princípio para instalação do Ceph, está em configurar o arquivo hosts, localizado na pasta etc. Deve-se fazer a configuração conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Ceph - Hosts

Ip servidor	Nome servidor
200.135.37.90	ceph-1
200.135.37.91	ceph-2
200.135.37.92	ceph-3
10.0.0.1	ceph-interno-1
10.0.0.2	ceph-interno-2
10.0.0.3	ceph-interno-3

Para completar de configurar o Ceph, é preciso seguir os passos a seguir em cada host. Primeiro vamos gerar um uuid, através do comando a seguir:

```
uuidgen
```

Que irá retornar um valor, com este valor vamos para o próximo comando:

```
ceph osd create <valor retornado pelo uuidgen>
```

O comando anterior, irá retornar um valor gerado pelo Ceph, no qual irá ser utilizado para criar uma pasta. Supondo que o valor retornado foi zero, o próximo comando será:

```
mkdir /var/lib/ceph/osd/ceph-0
```

Em seguida:

```
ceph-osd -i 0 --mkfs --mkkey \  
--osd-uuid <valor retornado pelo uuidgen>
```

Agora é preciso adicionar uma autorização para que o host trabalhe no sistema de arquivos.

```
ceph auth add osd.0 osd 'allow *' mon 'allow profile osd' \  
-i /var/lib/ceph/osd/ceph-0/keyring
```

E por fim:

```
ceph osd crush add-bucket ceph-1 host
```

Onde "ceph-1" é o nome do host que está configurado `/etc/hosts`.

```
ceph osd crush move ceph-1 root=default
```

```
ceph osd crush add osd.0 1.0 host=ceph-1
```

Realizado essas etapas, o Ceph já está configurado para entrar em operação. Para maiores informações pode ser verificado diretamente na documentação oficial, ([CEPH](#),).

A.2 GlusterFS

Para realizar a configuração seguindo o tutorial do fabricante, que está disponível ([GlusterFS](#), b), com algumas alterações necessárias nas configurações, para atender nosso cenário. Como podemos ver a seguir:

- Hosts

O conteúdo do diretório `hosts`, localizado na pasta `/etc/hosts`, deve ser alterado em todos os servidores, adicionando as seguintes linhas, conforme a tabela 2:

Tabela 2 – GlusterFS - Hosts

IP Servidor	Nome servidor
10.0.0.1	gluster1
10.0.0.2	gluster2
10.0.0.3	gluster3

- Conectar servidores e verificar conexão.

Próxima etapa é conectar os servidores, através do comando: `gluster peer probe <ip do servidor>`. No cenário do IFSC , foi utilizado esse comando duas vezes no primeiro servidor:

```
gluster peer probe 200.135.37.91
```

```
gluster peer probe 200.135.37.92
```

Feito isso, com o comando `gluster peer status`, os servidores devem aparecer os servidores conectados, caso isso não aconteça refazer a configuração.

- Criando e iniciando volumes.

Os volumes são os diretórios onde cada servidor deve ter o seu, neles ficarão as replicas de arquivos criadas em cada servidor, neste trabalho foi feito uma partição a parte, denominada export. Para se criar os volumes siga o comando a seguir:

```
gluster volume create export replica 3 transport tcp
```

```
200.135.37.90:/export/ 200.135.37.91:/export/ \  
200.135.37.92:/export/ force
```

Feito isso, é preciso iniciar o mesmo.

```
gluster volume start export
```

- Montando diretório local

Por fim precisa-se montar o diretório local, que no cenário foi usado `/datapoint0`, que irão ser exportados para o diretório das replicas.

```
mount.glusterfs 200.135.37.90:/export/datapoint0
```

```
mount.glusterfs 200.135.37.91:/export/datapoint0
```

```
mount.glusterfs 200.135.37.92:/export/datapoint0
```


APÊNDICE B – GlusterFS e XFS

B.1 Desempenho de I/O

B.1.1 Arquivos com 1KB.

Tabela 3 – I/O Wait e Idle - 1Kb - GlusterFS / XFS

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	3,06%	95,95%
Servidor 2	6,35%	91,85%
Servidor 3	4,98%	93,83%

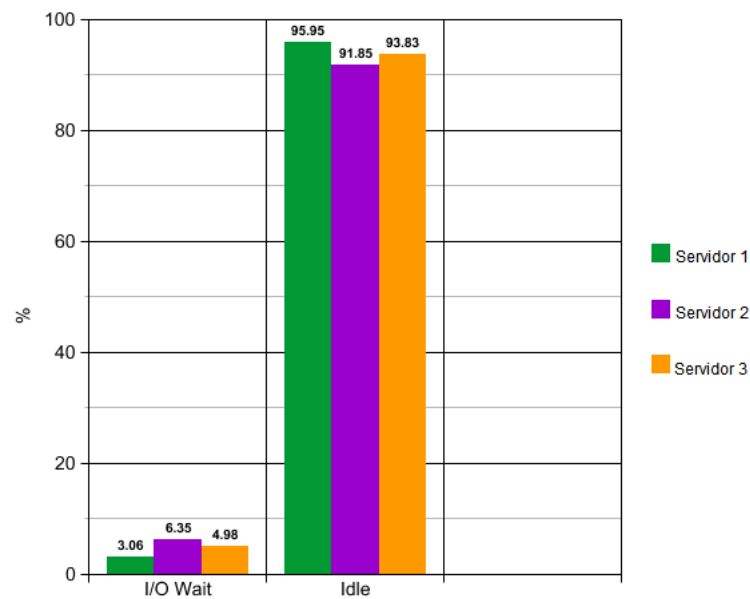


Figura 17 – I/O Wait e Idle - GlusterFS - 1Kb - XFS

B.1.2 Arquivos com 1MB.

Tabela 4 – I/O Wait e Idle - 1Mb - GlusterFS / XFS

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	3,22%	94,87%
Servidor 2	5,85%	93,17%
Servidor 3	5,17%	93,63%

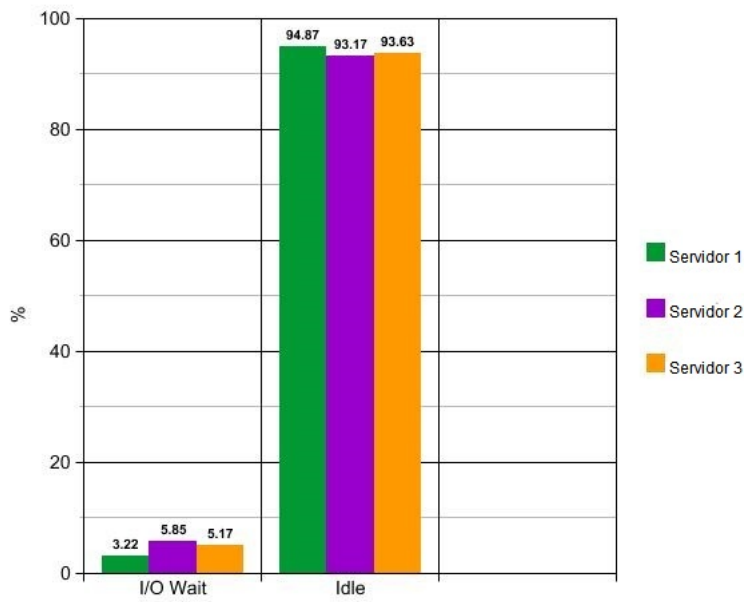


Figura 18 – I/O Wait e Idle - Gluster - 1Mb - XFS

Tabela 5 – I/O Wait e Idle - 1Gb - GlusterFS / XFS

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	3,87%	83,52%
Servidor 2	12,20%	85,89%
Servidor 3	6,12%	91,75%

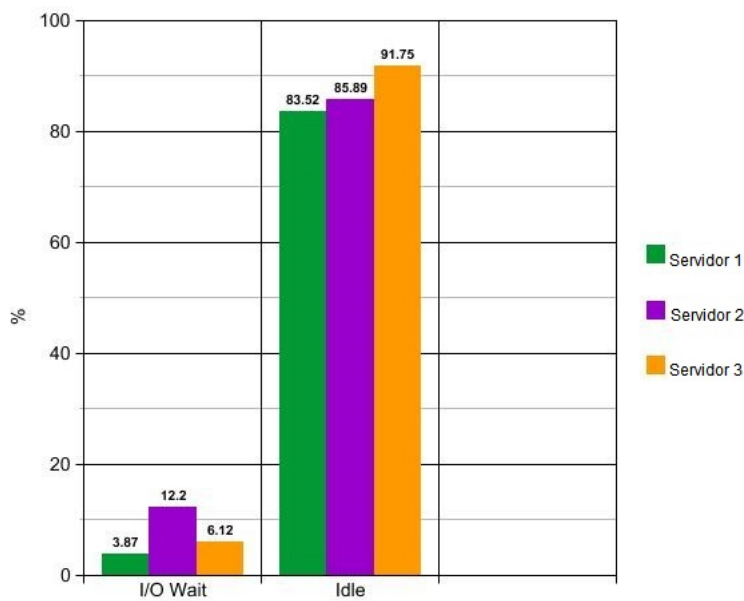


Figura 19 – I/O Wait e Idle - Gluster - 1Gb - XFS

B.1.2.1 Arquivos com 1GB.

B.1.3 Uso de memória

B.1.3.1 Com arquivos de 1KB.

Tabela 6 – Uso memória GlusterFS - XFS - 1KB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	26,78%	180,512 Mb	1,30 Gb
Servidor 2	55,60%	186,536 Mb	2,91 Gb
Servidor 3	58,86%	183,576 Mb	2,60 Gb

B.1.3.2 Com arquivos de 1MB.

Tabela 7 – Uso memória GlusterFS - XFS - 1MB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	26,41%	180,316 Mb	2,49 Gb
Servidor 2	56,64%	182,900 Mb	2,81 Gb
Servidor 3	53,64%	186,516 Mb	1,27 Gb

B.1.3.3 Com arquivos de 1GB.

Tabela 8 – Uso memória GlusterFS - XFS - 1GB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	99,35%	178,600 Mb	7,07 Gb
Servidor 2	99,19%	182,244 Mb	6,22 Gb
Servidor 3	99,29%	186,104 Mb	5,52 Gb

B.1.4 Tempo de criação de um arquivo

B.1.4.1 Com arquivos de 1KB.

Tabela 9 – GlusterFS - XFS - 1KB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média de tempo
Real	0m0.008s	0m0.022s	0m0.009s
User	0m0.000s	0m0.000s	0m0.000s
System	0m0.000s	0m0.000s	0m0.000s

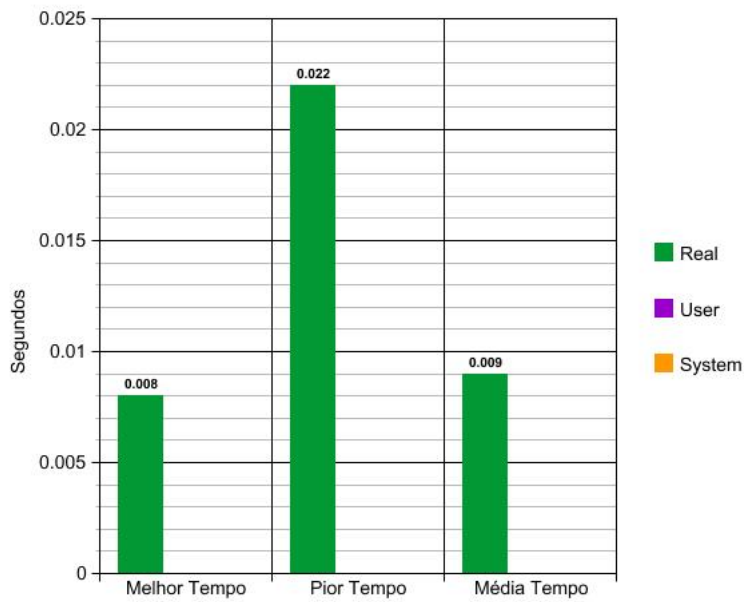


Figura 20 – Gráfico Representando GlusterFS - 1Kb - XFS

Tabela 10 – Gluster - XFS - 1MB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média de tempo
Real	0m0.197s	0m0.235s	0m0.203s
User	0m0.000s	0m0.008s	0m0.003s
System	0m0.112s	0m0.132s	0m0.124s

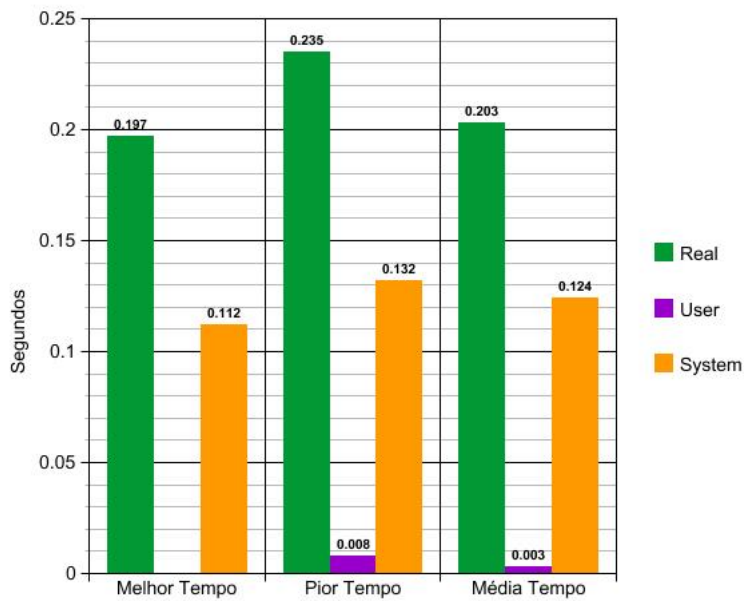


Figura 21 – Gráfico Representando GlusterFS - 1Mb - XFS

Tabela 11 – GlusterFS - XFS - 1GB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média de tempo
Real	2m50.301s	2m50.581s	2m50.397s
User	0m0.000s	0m0.016s	0m0.006s
System	1m39.776s	1m40.900s	1m40.393s

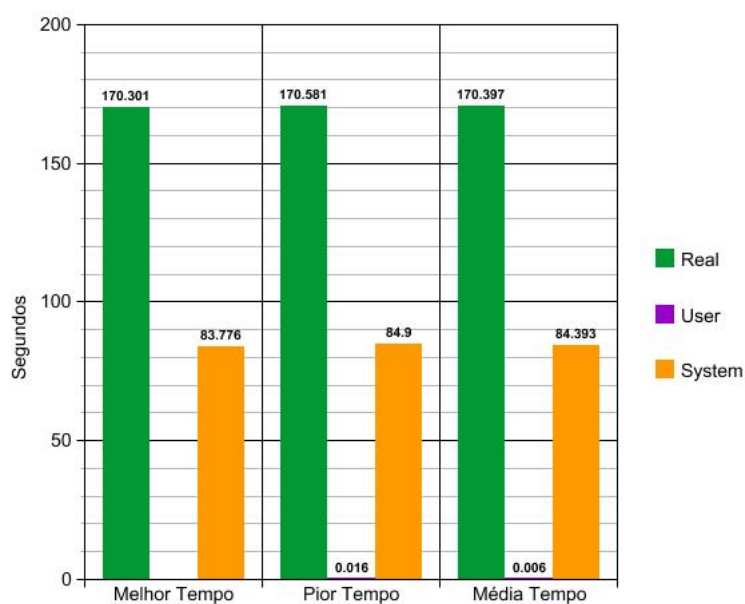


Figura 22 – Gráfico Representando GlusterFS - 1Gb - XFS

B.1.4.2 Com arquivos de 1MB.

B.1.4.3 Com arquivos de 1GB.

B.1.5 Tráfego de Rede

B.1.5.1 Com arquivos de 1KB.

Tabela 12 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1KB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	304 Kb/s	199 Kb/s	230 Kb/s
Servidor 2	58,4 Kb/s	11,7 Kb/s	46,1 Kb/s
Servidor 3	55,3 Kb/s	12 Kb/s	47,5 Kb/s

B.1.5.2 Com arquivos de 1MB.

B.1.5.3 Com arquivos de 1GB.

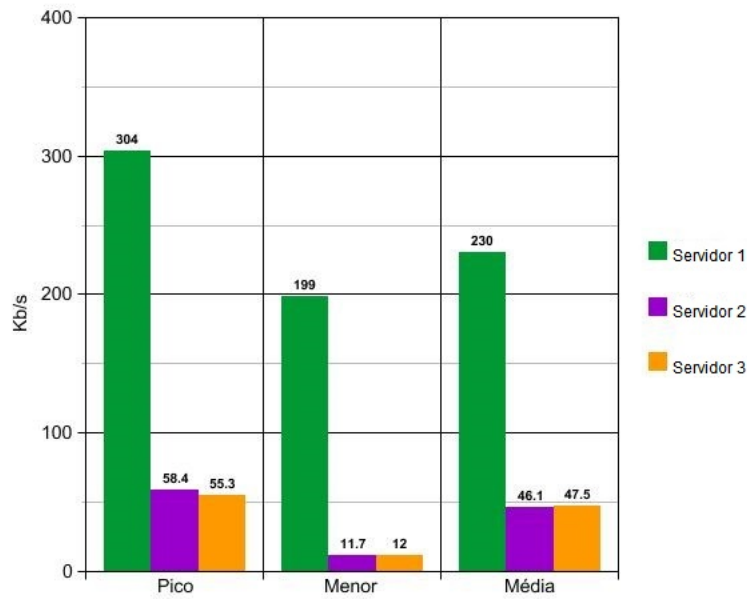


Figura 23 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1Kb - XFS

Tabela 13 – Taxa de recepção criando arquivo de 1KB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	39,1 Kb/s	8,67 Kb/s	28,6 Kb/s
Servidor 2	67,1 Kb/s	10,93 Kb/s	55,7 Kb/s
Servidor 3	58,3 Kb/s	11,7 Kb/s	46,1 Kb/s

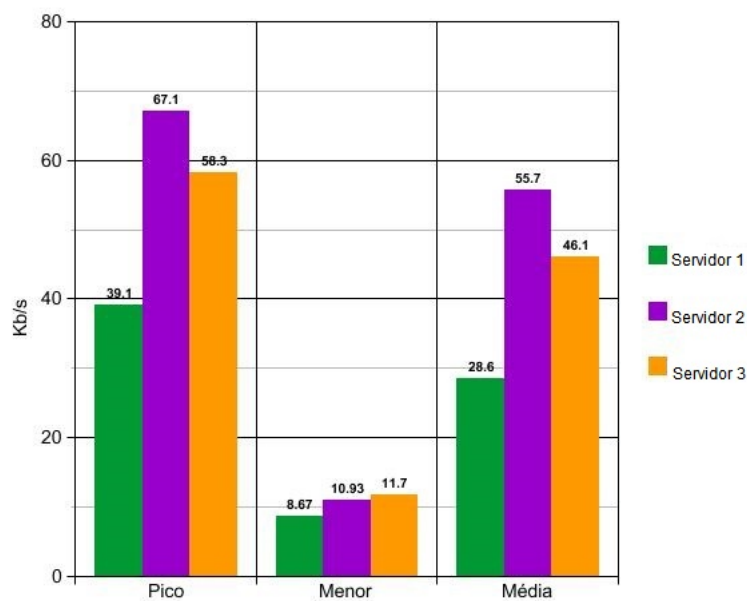


Figura 24 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1Kb - XFS

Tabela 14 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1MB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	4,24 Mb/s	4,04 Mb/s	4,12 Mb/s
Servidor 2	114 Kb/s	85,2 Kb/s	70,2 Kb/s
Servidor 3	128 Kb/s	85,8 Kb/s	74,4 Kb/s

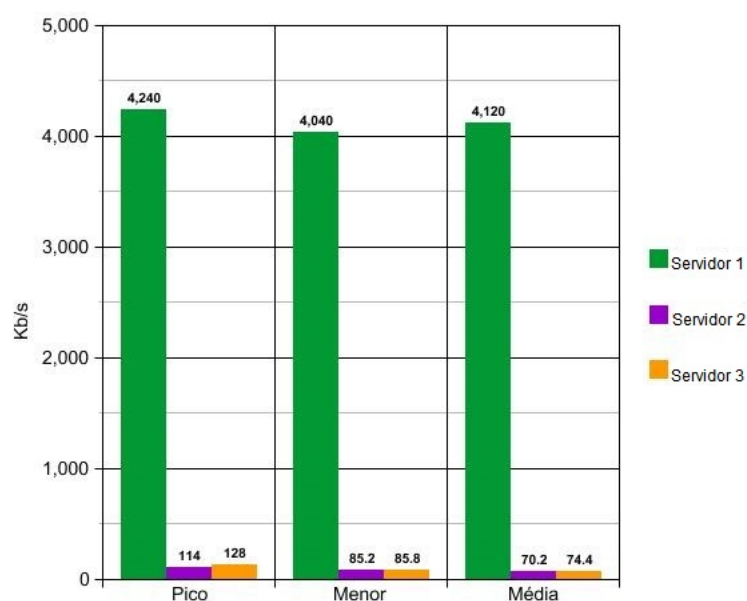


Figura 25 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1Mb - XFS

Tabela 15 – Taxa de recepção criando arquivo de 1MB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	198 Kb/s	127 Kb/s	146 Kb/s
Servidor 2	3,30 Mb/s	1,81 Mb/s	2,52 Mb/s
Servidor 3	2,49 Mb/s	1,70 Mb/s	1,99 Mb/s

Tabela 16 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1GB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	11,7 Mb/s	11,6 Mb/s	11,7 Mb/s
Servidor 2	165 Kb/s	152 Kb/s	163 Kb/s
Servidor 3	164 Kb/s	151 Kb/s	162 Kb/s

Tabela 17 – Taxa de recepção criando arquivo de 1GB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	296 Kb/s	293 Kb/s	294 Kb/s
Servidor 2	5,92 Mb/s	5,56 Mb/s	5,88 Mb/s
Servidor 3	5,88 Mb/s	5,54 Mb/s	5,84 Mb/s

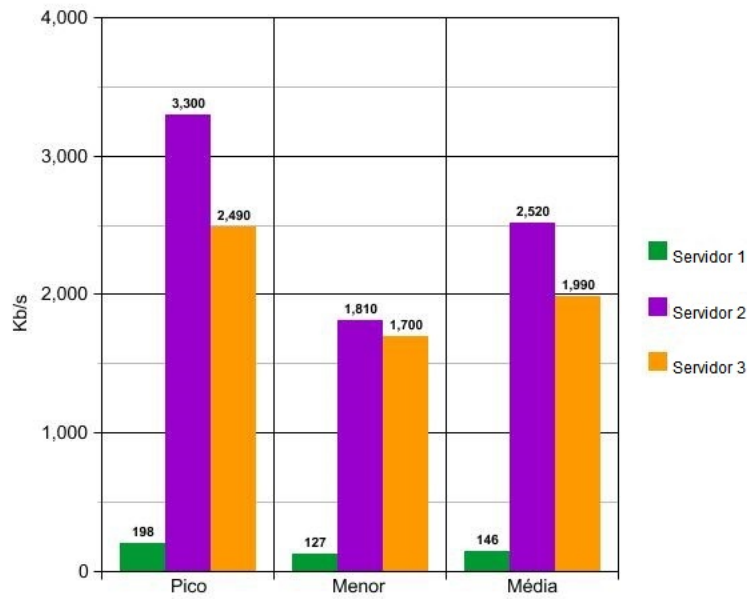


Figura 26 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1Mb - XFS

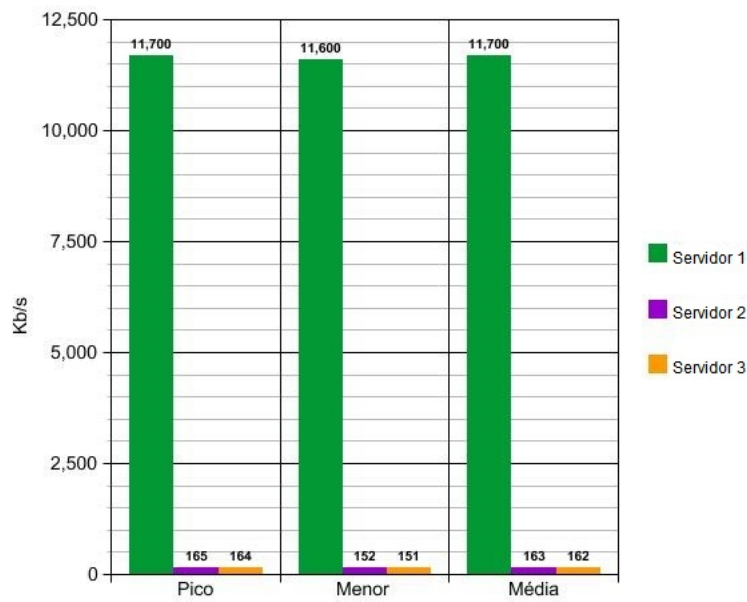


Figura 27 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1Gb - XFS

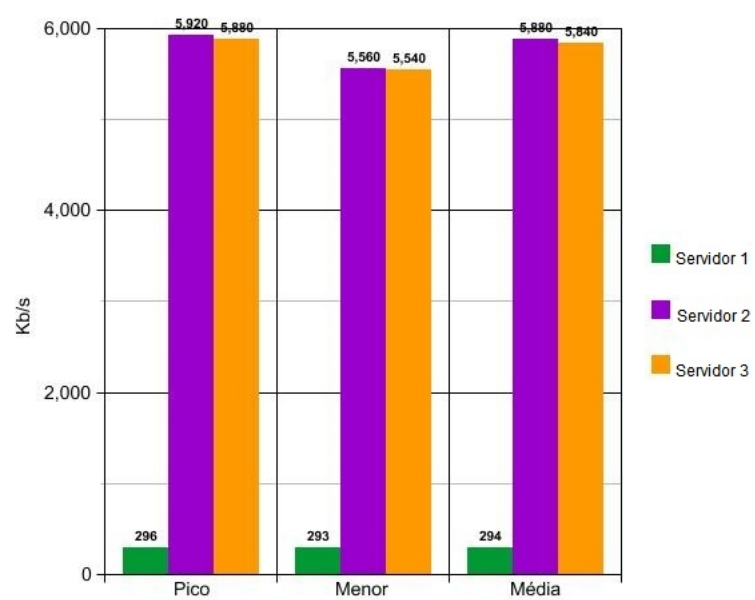


Figura 28 – Taxa recepção - GlusterFS - 1Gb - XFS

APÊNDICE C – GlusterFS e BTRFS

C.1 Desempenho de I/O

C.1.1 Com arquivos de 1KB.

Tabela 18 – I/O Wait e Idle - 1Kb - GlusterFS / BTRFS

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	0,17%	99,35%
Servidor 2	0,16%	99,38%
Servidor 3	0,19%	98,79%

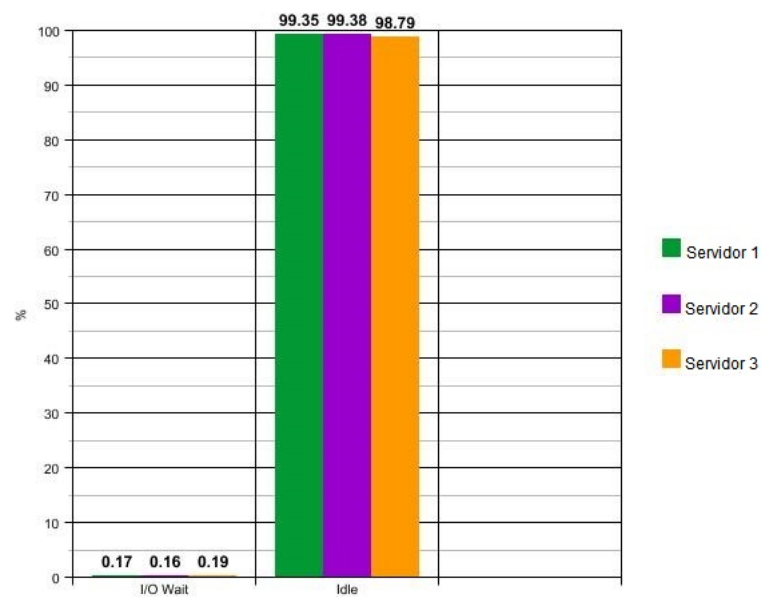


Figura 29 – I/O Wait e Idle - GlusterFS - 1Kb - BTRFS

Tabela 19 – I/O Wait e Idle - 1Mb - GlusterFS / BTRFS

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	0,16%	98,67%
Servidor 2	0,16%	99,39%
Servidor 3	0,20%	99,29%

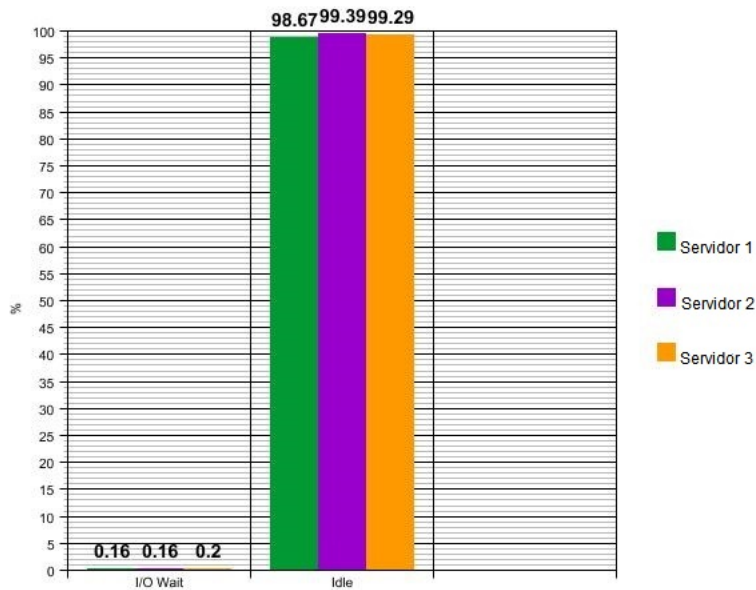


Figura 30 – I/O Wait e Idle - GlusterFS - 1Mb - BTRFS

Tabela 20 – I/O Wait e Idle - 1Gb - GlusterFS / BTRFS

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	0,17%	75,20%
Servidor 2	13,05%	85,28%
Servidor 3	2,23 %	95,70%

Tabela 21 – Uso memória GlusterFS - BTRFS - 1KB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	6,41%	37,93 Mb	194,980 Mb
Servidor 2	5,75%	30,72 Mb	163,892 Mb
Servidor 3	8,19%	30,70 Mb	234,948 Mb

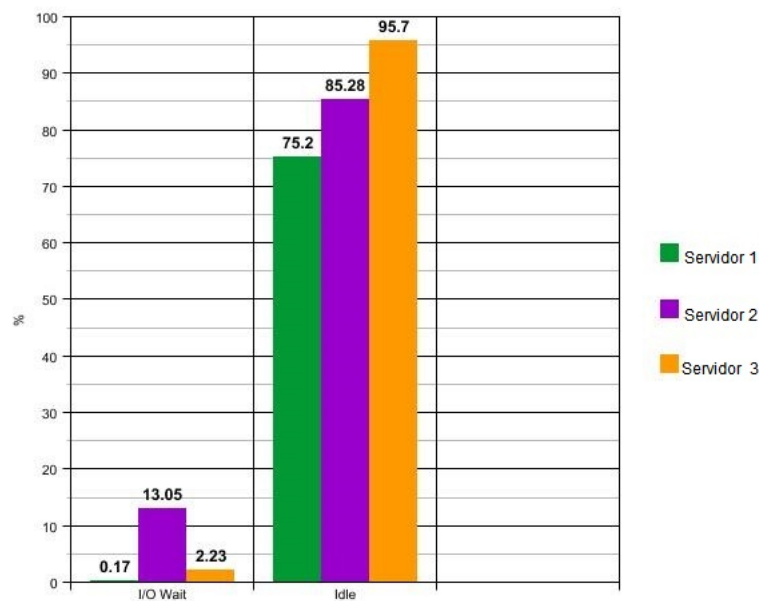


Figura 31 – I/O Wait e Idle - GlusterFS - 1Gb - BTRFS

Tabela 22 – Uso memória GlusterFS - BTRFS - 1MB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	17,44%	183,696 Mb	0,74Gb
Servidor 2	19,02%	180,056 Mb	0,60 Gb
Servidor 3	20,50%	179,660 Mb	0,79 Gb

C.1.2 Com arquivos de 1MB.

C.1.3 Com arquivos de 1GB.

C.2 Uso de memória

C.2.1 Com arquivos de 1KB.

C.2.2 Com arquivos de 1MB.

C.2.3 Com arquivos de 1GB.

Tabela 23 – Uso memória GlusterFS - BTRFS - 1GB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	32,62%	33,408 Mb	2,28 Gb
Servidor 2	18,46%	141,472 Mb	0,816 Gb
Servidor 3	20,91%	148,164 Mb	1,11 Gb

C.3 Tempo de criação de um arquivo

C.3.1 Com arquivos de 1KB.

Tabela 24 – GlusterFS - BTRFS - 1KB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média de tempo
Real	0m0.001s	0m0.002s	0m0.001s
User	0m0.000s	0m0.000s	0m0.000s
System	0m0.000s	0m0.000s	0m0.000s

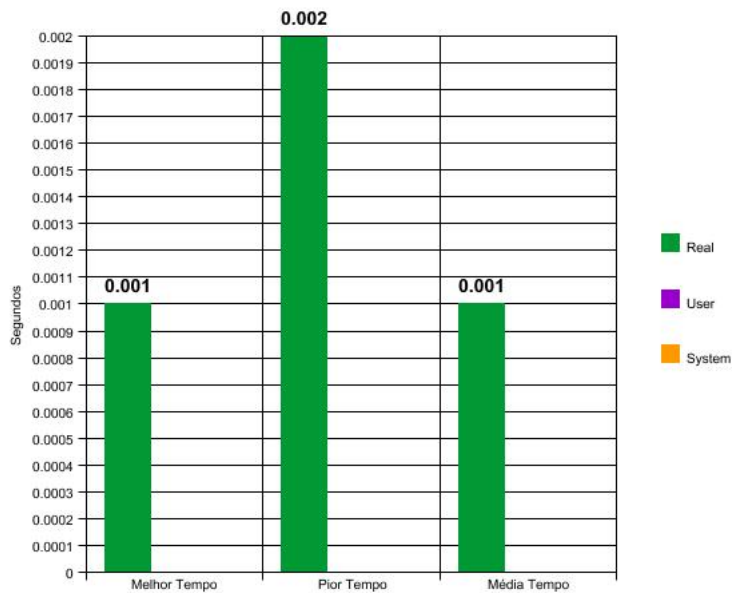


Figura 32 – Tempo de criação - GlusterFS - 1KB - BTRFS

C.3.2 Com arquivos de 1MB.

Tabela 25 – GlusterFS - BTRFS - 1MB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média de tempo
Real	0m0.102s	0m0.149s	0m0.103s
User	0m0.000s	0m0.000s	0m0.000s
System	0m0.100s	0m0.136s	0m0.101s

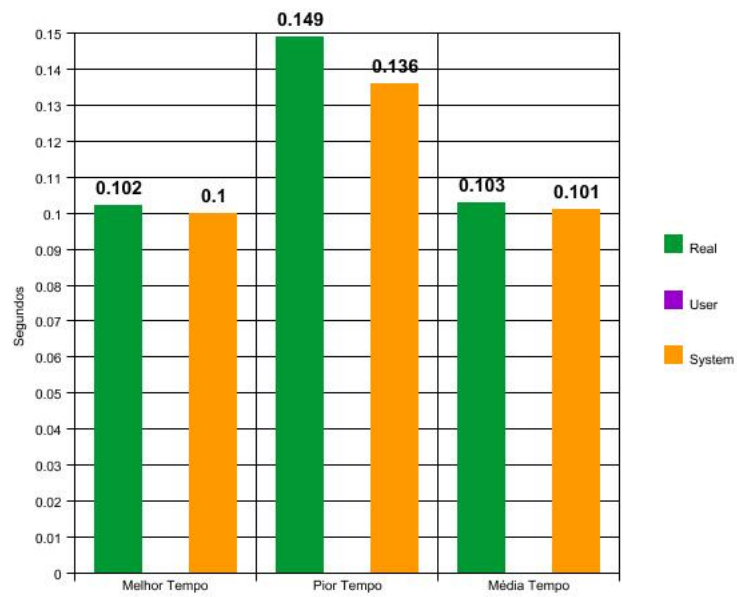


Figura 33 – Tempo de criação - GlusterFS - 1MB - BTRFS

Tabela 26 – GlusterFS - BTRFS - 1GB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média de tempo
Real	2m0.390s	2m10.464s	2m5.565s
User	0m0.000s	0m0.012s	0m0.004s
System	1m39.380s	1m40.208s	1m39.708s

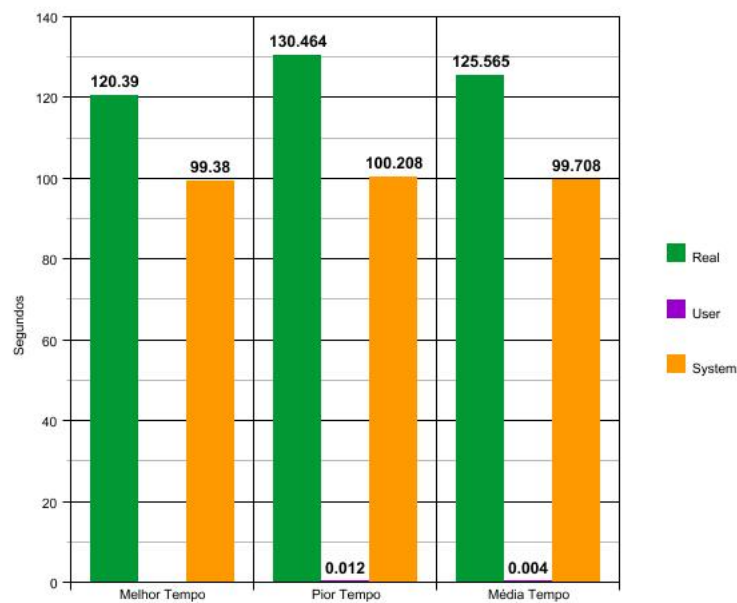


Figura 34 – Tempo de criação - Gluster - 1GB - BTRFS

Tabela 27 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1KB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	1,32 Mb/s	1,17 Mb/s	1,16 Mb/s
Servidor 2	202 Kb/s	102 Kb/s	177 Kb/s
Servidor 3	209 Kb/s	114 Kb/s	167 Kb/s

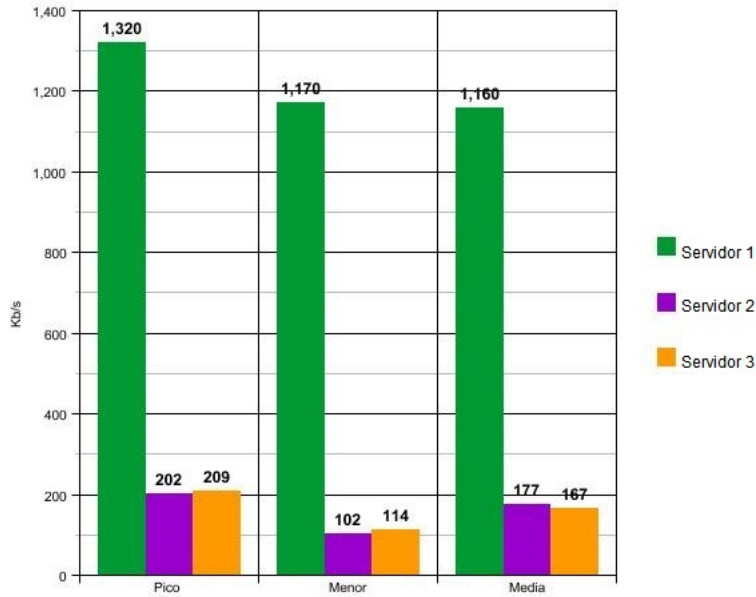


Figura 35 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1KB - BTRFS

Tabela 28 – Taxa de recepção criando arquivo de 1KB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	205 Kb/s	112 Kb/s	173 Kb/s
Servidor 2	680 Kb/s	600 Kb/s	620 Kb/s
Servidor 3	640 Kb/s	570 Kb/s	590 Kb/s

C.3.3 Com arquivos de 1GB.

C.4 Tráfego de Rede

C.4.1 Com arquivos de 1KB.

C.4.2 Com arquivos de 1MB.

C.4.2.1 Com arquivos de 1GB.

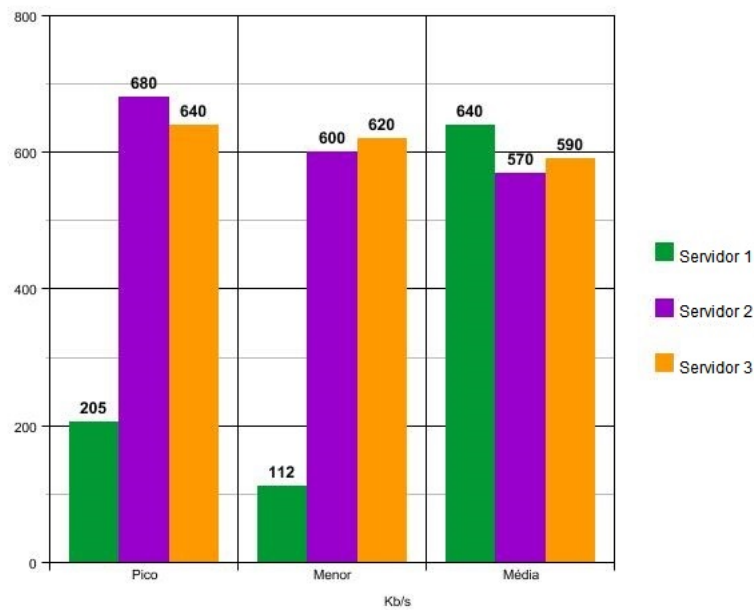


Figura 36 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1KB - BTRFS

Tabela 29 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1MB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	12 Mb/s	8,23 Mb/s	10,50 Mb/s
Servidor 2	6,08 Kb/s	4,92 Kb/s	5,14 Kb/s
Servidor 3	215 Kb/s	47,5 Kb/s	85,46 Kb/s

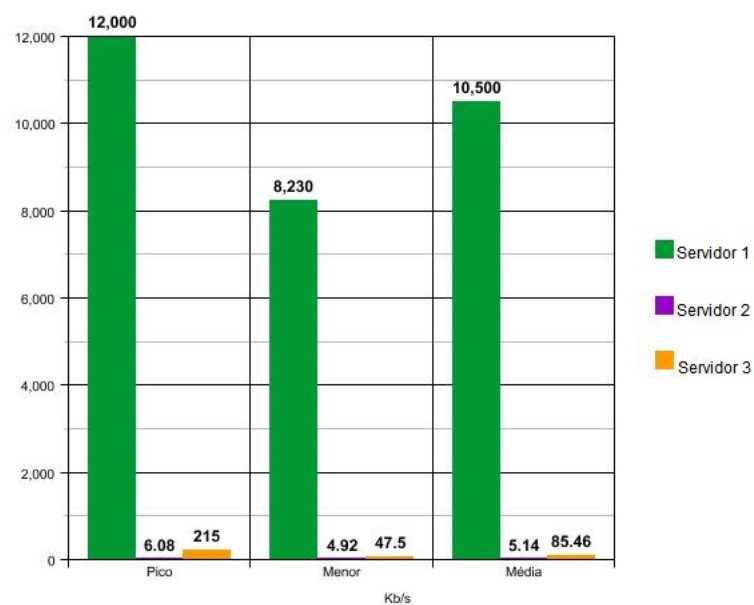


Figura 37 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1MB - BTRFS

Tabela 30 – Taxa de recepção criando arquivo de 1MB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	4,23 Kb/s	1,80 Kb/s	2,74 Kb/s
Servidor 2	6,7 Mb/s	3,13 Mb/s	5,65 Mb/s
Servidor 3	6,05 Mb/s	2,79 Mb/s	5,73 Mb/s

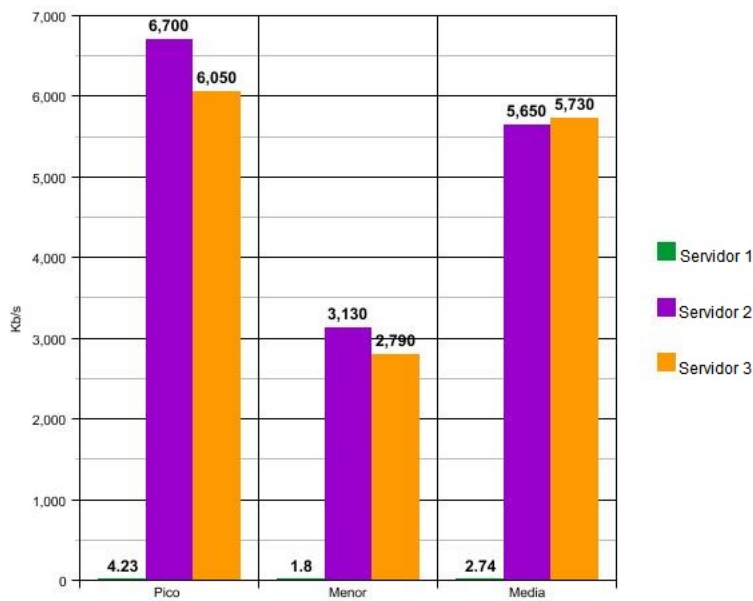


Figura 38 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1MB - BTRFS

Tabela 31 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1GB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	20 Mb/s	16 Mb/s	18,6 Mb/s
Servidor 2	13,6 Kb/s	4,25 Kb/s	7,26 Kb/s
Servidor 3	9,6 Kb/s	5,24 Kb/s	6,24 Kb/s

Tabela 32 – Taxa de recepção criando arquivo de 1GB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	172 Kb/s	113 Kb/s	180 Kb/s
Servidor 2	10,6 Mb/s	7,76 Mb/s	9,82 Mb/s
Servidor 3	10,2 Mb/s	8,08 Mb/s	9,74 Mb/s

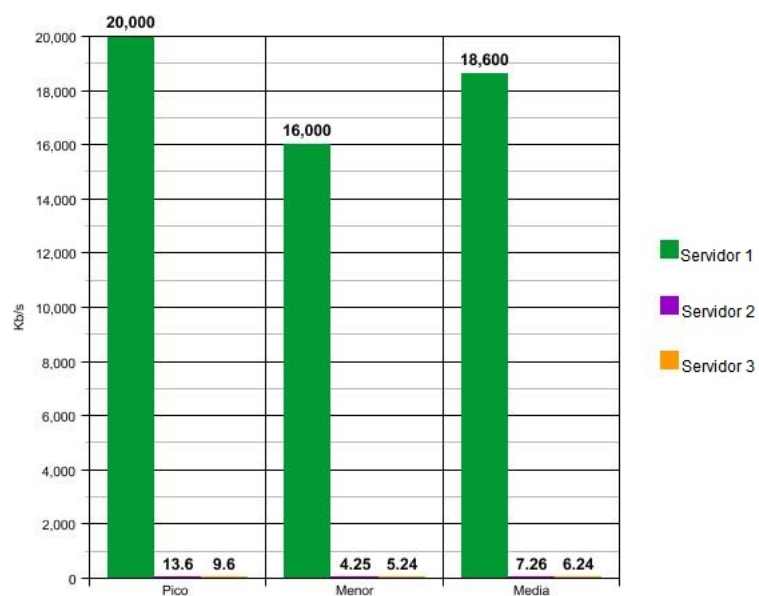


Figura 39 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1GB - BTRFS

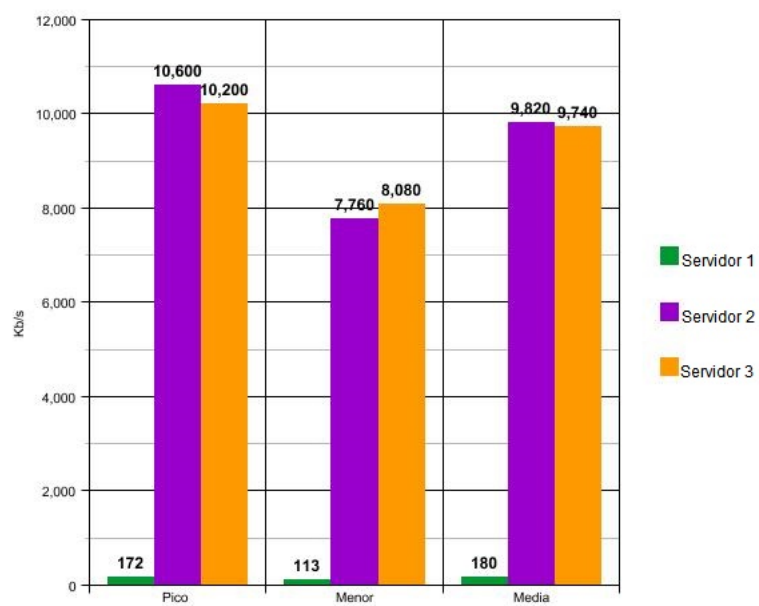


Figura 40 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1GB - BTRFS

APÊNDICE D – GlusterFS e Ext4

D.1 Desempenho de I/O

D.1.1 Com arquivos de 1KB.

Tabela 33 – I/O Wait e Idle - 1KB - GlusterFS / Ext4

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	0,15%	99,40%
Servidor 2	0,21%	99,23%
Servidor 3	0,16%	99,42%

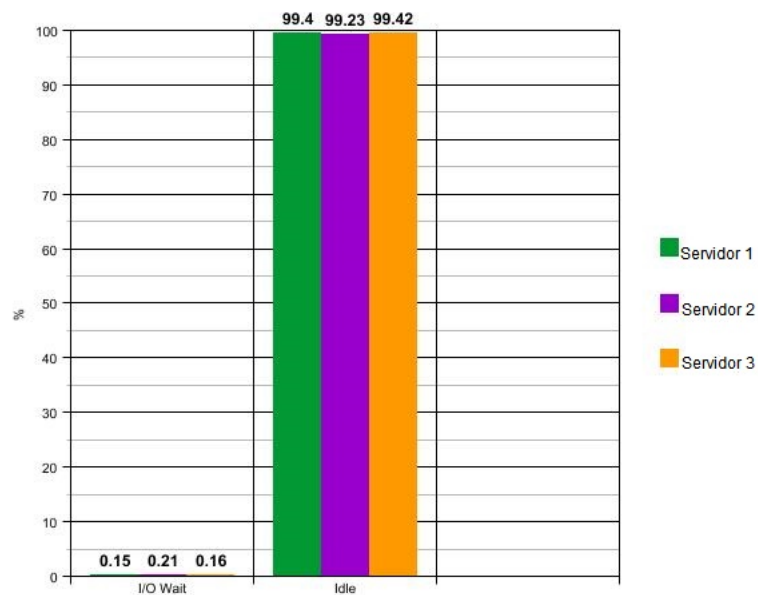


Figura 41 – I/O Wait e Idle - GlusterFS - 1Kb - Ext4

D.1.2 Com arquivos de 1MB.

Tabela 34 – I/O Wait e Idle - 1MB - GlusterFS / Ext4

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	2,52%	87,62%
Servidor 2	0,24%	99,15%
Servidor 3	2,57%	89,97%

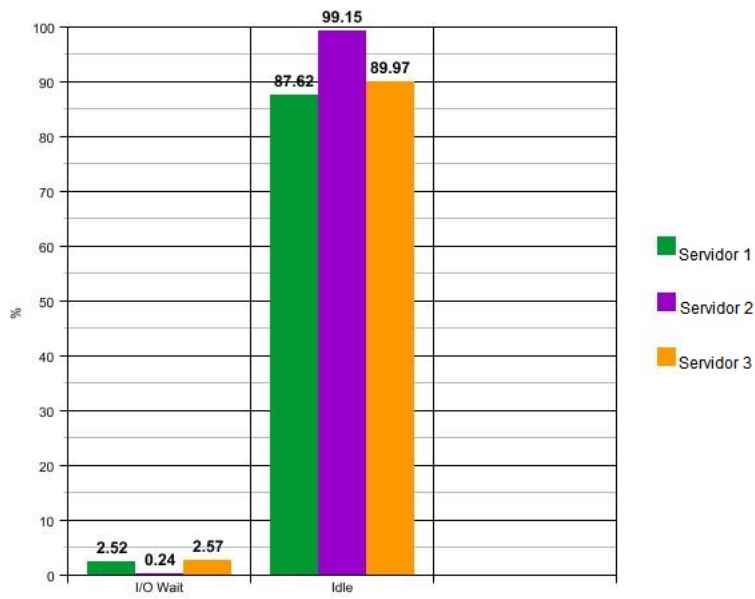


Figura 42 – I/O Wait e Idle - GlusterFS - 1Mb - Ext4

Tabela 35 – I/O Wait e Idle - 1GB - GlusterFS / Ext4

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	3,49%	64,11%
Servidor 2	25,67%	73,18%
Servidor 3	3,90%	89,06%

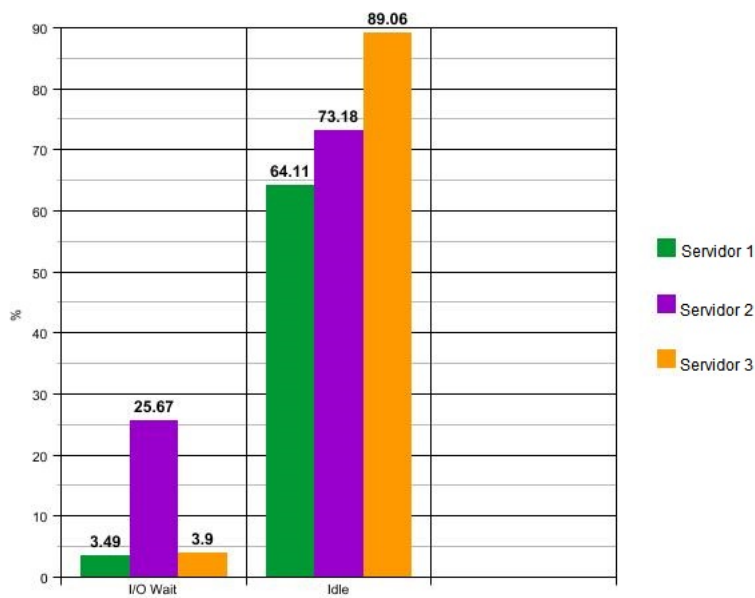


Figura 43 – I/O Wait e Idle - GlusterFS - 1Gb - Ext4

D.1.3 Com arquivos de 1GB.

D.2 Uso de memória

D.2.1 Com arquivos de 1KB.

Tabela 36 – Uso memória GlusterFS - Ext4 - 1KB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	6,19%	30,86 Mb	0,16 Gb
Servidor 2	6,40%	19,95 Mb	0,22 Gb
Servidor 3	8,40%	37,10 Mb	0,19 Gb

D.2.2 Com arquivos de 1MB.

Tabela 37 – Uso memória GlusterFS - Ext4 - 1MB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	27,35%	185,132 Mb	0,78 Gb
Servidor 2	17,67%	223,928 Mb	0,76 Gb
Servidor 3	34,46%	238,444 Mb	0,66 Gb

D.2.3 Com arquivos de 1GB.

Tabela 38 – Uso memória GlusterFS - Ext4 - 1GB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	84,34%	183,284 Mb	5,58 Gb
Servidor 2	37,84%	194,796 Mb	2,63 Gb
Servidor 3	51,98%	86,68 Mb	2,41 Gb

Tabela 39 – GlusterFS - Ext4 - 1KB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média de tempo
Real	0m0.007s	0m0.011s	0m0.009s
User	0m0.000s	0m0.000s	0m0.000s
System	0m0.000s	0m0.000s	0m0.000s

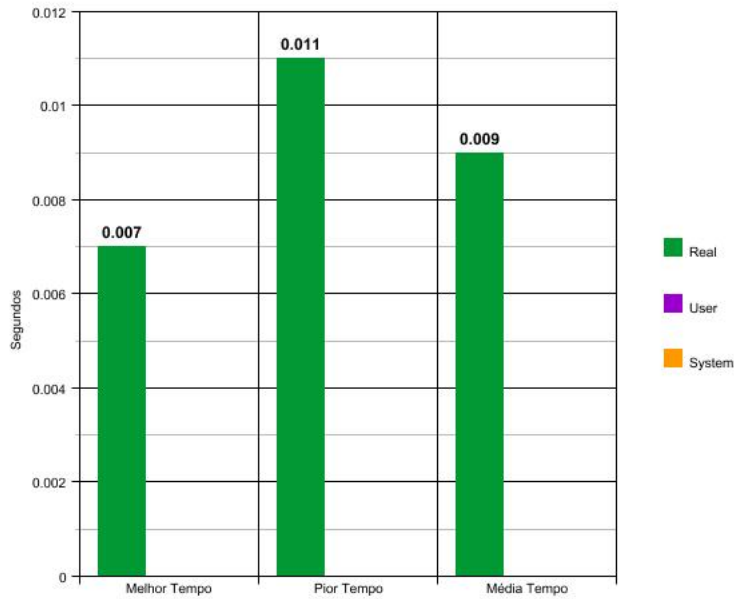


Figura 44 – Gráfico Representando Gluster - 1MB - Ext4

Tabela 40 – GlusterFS - Ext4 - 1MB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média de tempo
Real	0m0.186s	0m0.252s	0m0.200s
User	0m0.000s	0m0.000s	0m0.000s
System	0m0.120s	0m0.132s	0m0.125s

Tabela 41 – GlusterFS - Ext4 - 1GB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média de tempo
Real	1m43.339s	1m57.580s	1m49.860s
User	0m0.000s	0m0.016s	0m0.007s
System	1m40.496s	1m40.848s	1m40.658s

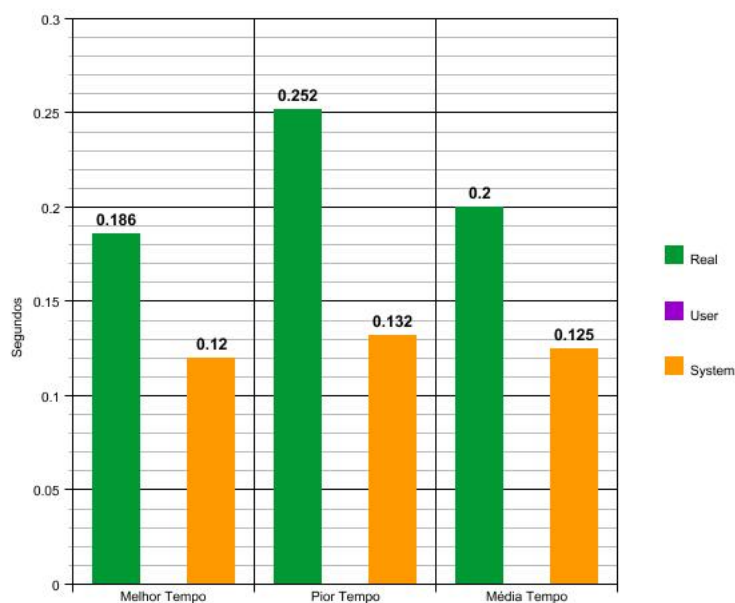


Figura 45 – Gráfico Representando Gluster - 1MB - Ext4

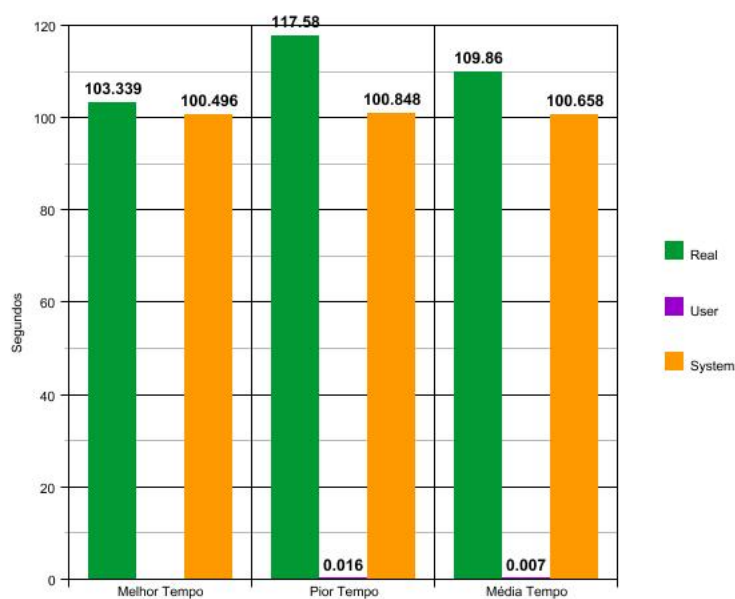


Figura 46 – Gráfico Representando GlusterFS - 1GB - Ext4

D.3 Tempo de criação de um arquivo

D.3.1 Com arquivos de 1KB.

D.3.2 Com arquivos de 1MB.

D.3.3 Com arquivos de 1GB.

D.4 Tráfego de Rede

D.4.1 Com arquivos de 1KB.

D.4.2 Com arquivos de 1MB.

Tabela 42 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1KB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	548 Kb/s	178 Kb/s	346 Kb/s
Servidor 2	67 Kb/s	44 Kb/s	49,5 Kb/s
Servidor 3	64 Kb/s	32 Kb/s	42 Kb/s

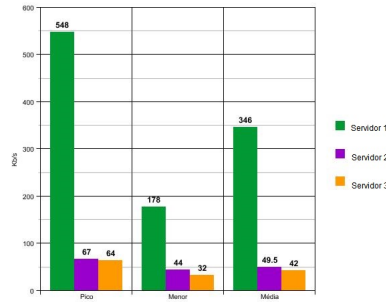


Figura 47 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1KB - Ext4

Tabela 43 – Taxa de recepção criando arquivo de 1KB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	179 Kb/s	57 Kb/s	102 Kb/s
Servidor 2	271 Kb/s	87 Kb/s	198 Kb/s
Servidor 3	277 Kb/s	92 Kb/s	203 Kb/s

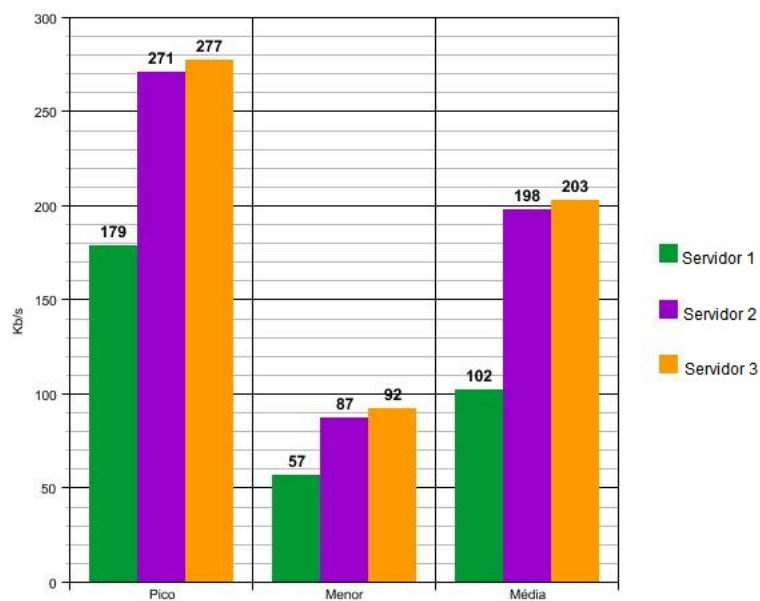


Figura 48 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1KB - Ext4

Tabela 44 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1MB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	11,2 Mb/s	7,98 Mb/s	9,85 Mb/s
Servidor 2	8,36 Kb/s	3,12 Kb/s	6,47 Kb/s
Servidor 3	10,58 Kb/s	8,21 Kb/s	9,54 Kb/s

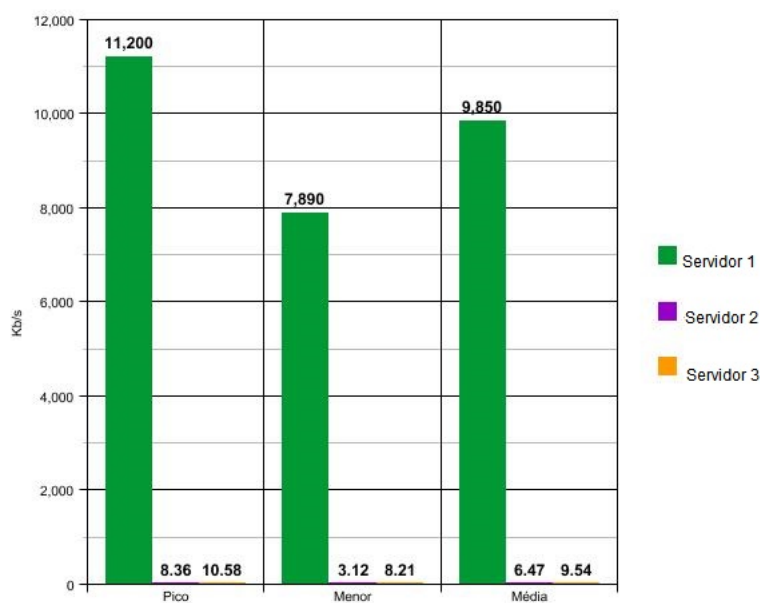


Figura 49 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1MB - Ext4

Tabela 45 – Taxa de recepção criando arquivo de 1MB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	130 Kb/s	92 Kb/s	124 Kb/s
Servidor 2	5,8 Mb/s	3,89 Mb/s	5,02 Mb/s
Servidor 3	5,4 Mb/s	4,01 Mb/s	4,93 Mb/s

Tabela 46 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1GB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	20 Mb/s	16,2 Mb/s	19,1 Mb/s
Servidor 2	79,3 Kb/s	73,9 Kb/s	74,6 Kb/s
Servidor 3	86,3 Kb/s	79,9 Kb/s	82,7 Kb/s

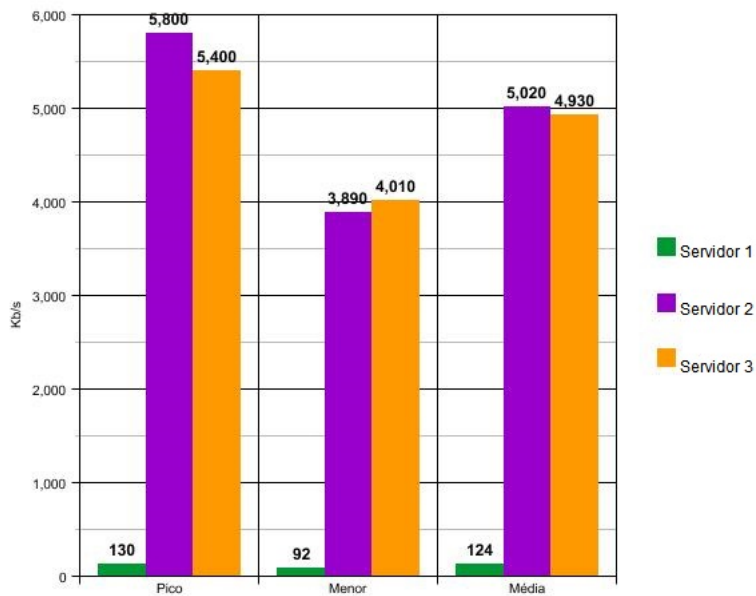


Figura 50 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1MB - Ext4

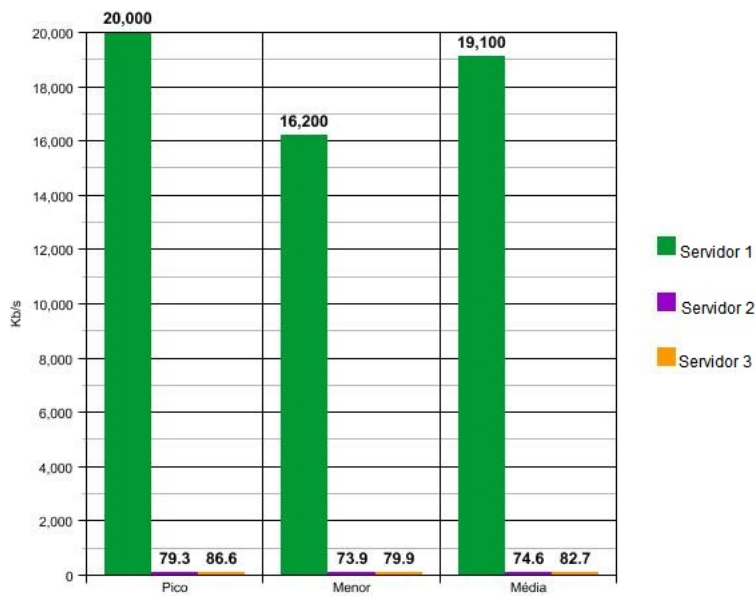


Figura 51 – Taxa Transmissão - GlusterFS - 1GB - Ext4

Tabela 47 – Taxa de recepção criando arquivo de 1GB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	151 Kb/s	105 Kb/s	145 Kb/s
Servidor 2	9,99 Mb/s	8,78 Mb/s	9,06 Mb/s
Servidor 3	9,99 Mb/s	8,90 Mb/s	9,46 Mb/s

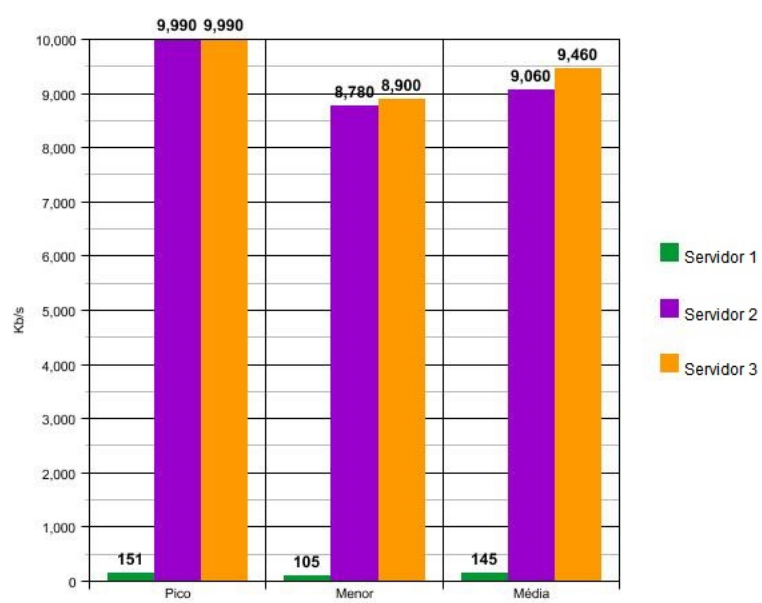


Figura 52 – Taxa Recepção - GlusterFS - 1GB - Ext4

APÊNDICE E – Ceph e Ext4

E.1 Desempenho de I/O

E.1.1 Com arquivos de 1KB.

Tabela 48 – I/O Wait e Idle - 1KB - Ceph / Ext4

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	0,20%	99,25%
Servidor 2	0,13%	99,39%
Servidor 3	0,35%	99,13%

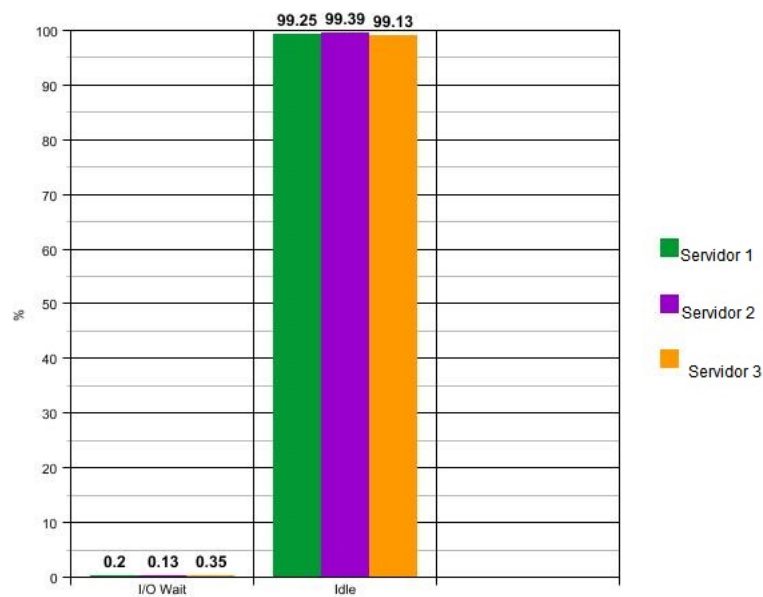


Figura 53 – I/O Wait e Idle - Ceph - 1Kb - Ext4

Tabela 49 – I/O Wait e Idle - 1MB - Ceph / Ext4

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	0,17%	99,21%
Servidor 2	0,14%	99,32%
Servidor 3	0,14%	99,19%

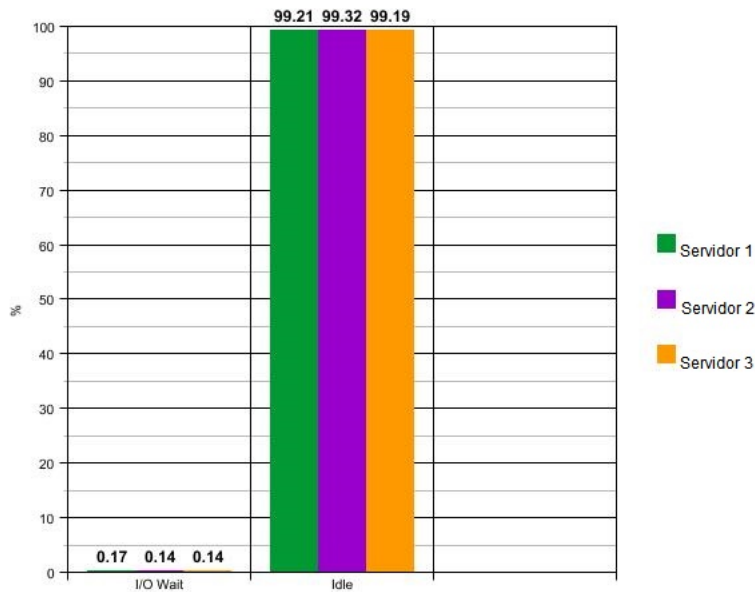


Figura 54 – I/O Wait e Idle - Ceph - 1Mb - Ext4

Tabela 50 – I/O Wait e Idle - 1GB - Ceph / Ext4

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	26,05%	56,74%
Servidor 2	0,49%	98,32%
Servidor 3	0,40%	99,08%

Tabela 51 – Uso memória Ceph - Ext4 - 1KB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	14,98%	120,624 Mb	294,80 Mb
Servidor 2	7,18%	83,07 Mb	259,452 Mb
Servidor 3	7,29%	88,74 Mb	256,572 Mb

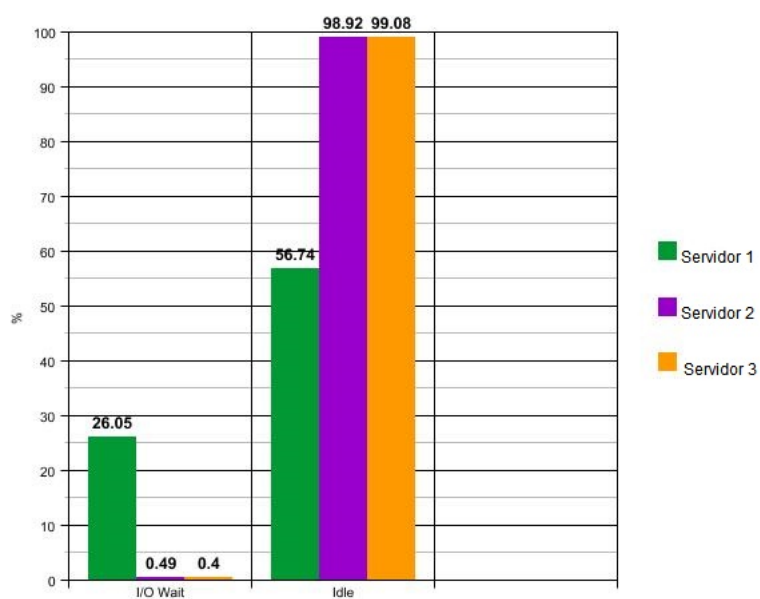


Figura 55 – I/O Wait e Idle - Ceph - 1Gb - Ext4

Tabela 52 – Uso memória Ceph - Ext4 - 1MB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	15,71%	118,708 Mb	358,316 Mb
Servidor 2	7,10%	81,192 Mb	257,088 Mb
Servidor 3	7,25%	87,484 Mb	254,216 Mb

Tabela 53 – Uso memória Ceph - Ext4 - 1GB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	39,21%	106,256 Mb	2,23 Gb
Servidor 2	6,76%	67,328 Mb	246,604 Mb
Servidor 3	6,82%	73,352 Mb	241,192 Mb

Tabela 54 – Ceph - Ext4 - 1KB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média de tempo
Real	0m0.001s	0m0.005s	0m0.002s
User	0m0.000s	0m0.000s	0m0.000s
System	0m0.000s	0m0.000s	0m0.000s

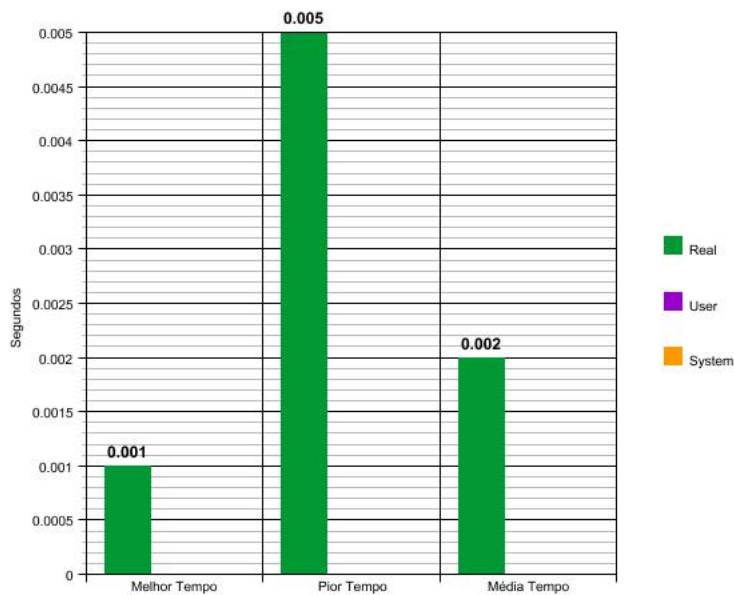


Figura 56 – Gráfico Representando Ceph - 1KB - Ext4

Tabela 55 – Ceph - Ext4 - 1MB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média de tempo
Real	0m0.229s	0m0.805s	0m0.361s
User	0m0.000s	0m0.008s	0m0.001s
System	0m0.104s	0m0.156s	0m0.129s

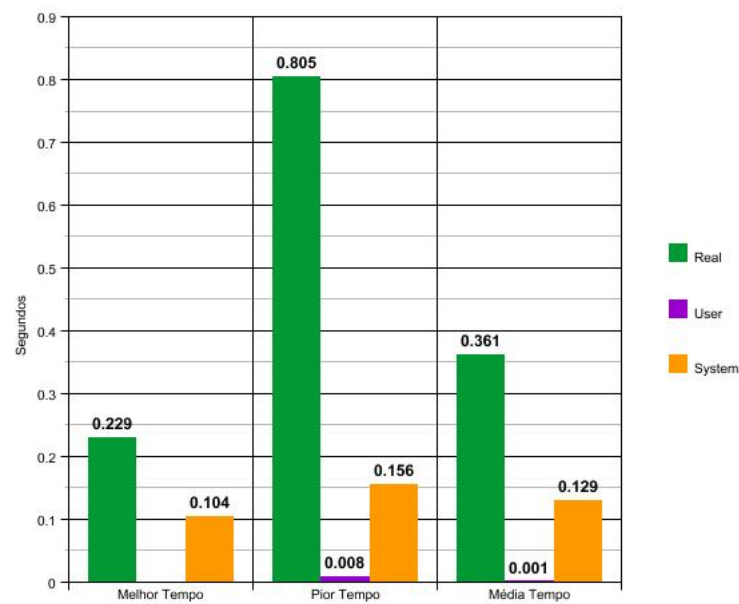


Figura 57 – Gráfico Representando Ceph - 1MB - Ext4

E.1.2 Com arquivos de 1MB.

E.1.3 Com arquivos de 1GB.

E.2 Uso de memória

E.2.1 Com arquivos de 1KB.

E.2.2 Com arquivos de 1MB.

E.2.3 Com arquivos de 1GB.

E.3 Tempo de criação de um arquivo

E.3.1 Com arquivos de 1KB.

E.3.2 Com arquivos de 1MB.

E.3.3 Com arquivos de 1GB.

E.4 Tráfego de Rede

E.4.1 Com arquivos de 1KB.

E.4.2 Com arquivos de 1MB.

E.4.3 Com arquivos de 1GB.

Tabela 56 – Ceph - Ext4 - 1GB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média de tempo
Real	2m1.380s	2m26.000s	2m22.168s
User	0m0.000s	0m0.008s	0m0.002s
System	1m37.256s	1m39.316s	1m38.186s

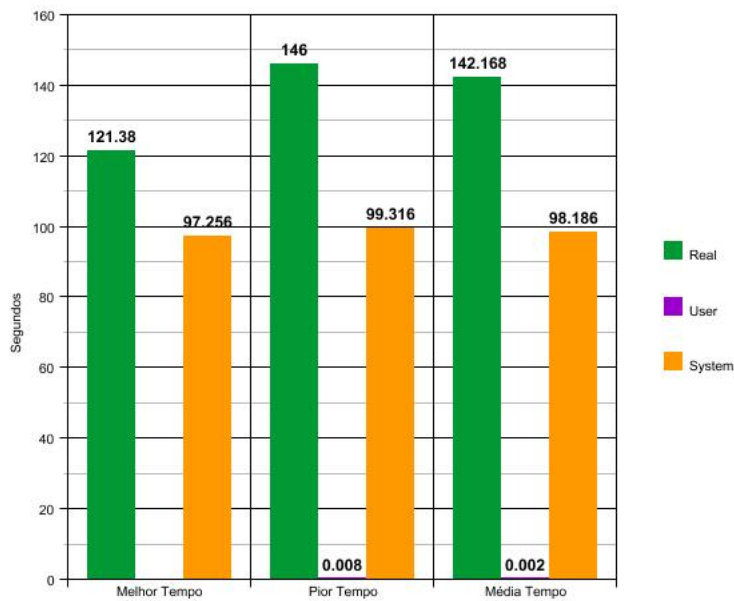


Figura 58 – Gráfico Representando Ceph - 1GB - Ext4

Tabela 57 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1KB - Ceph

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	4.8 Mb/s	1,8 Mb/s	3,04 Mb/s
Servidor 2	172 Kb/s	96,5 Kb/s	131,9 Kb/s
Servidor 3	159 Kb/s	102 Kb/s	119 Kb/s

Tabela 58 – Taxa de recepção criando arquivo de 1KB - Ceph

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	478 Kb/s	247 Kb/s	312 Kb/s
Servidor 2	2.52 Mb/s	1.1 Mb/s	1.6 Mb/s
Servidor 3	2.28 Mb/s	800 Kb/s	1.4 Mb/s

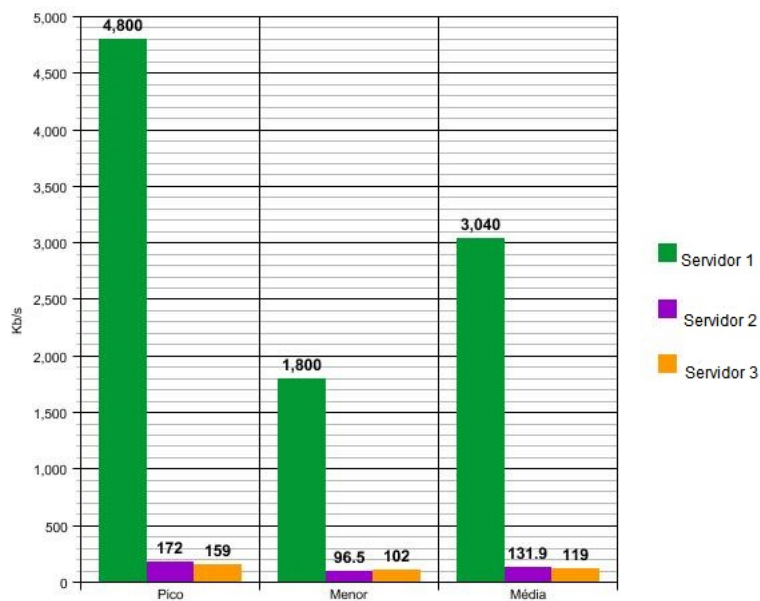


Figura 59 – Taxa Transmissão - Ceph - 1KB - Ext4

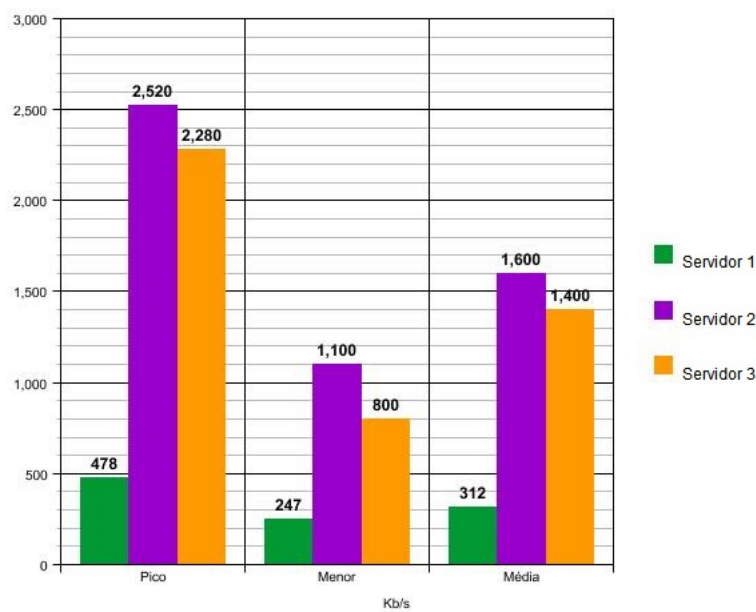


Figura 60 – Taxa Recepção - Ceph - 1KB - Ext4

Tabela 59 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1MB - Ceph

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	10,3 Mb/s	8,1 Mb/s	9,72 Mb/s
Servidor 2	407 Kb/s	247 Kb/s	301,2 Kb/s
Servidor 3	368 Kb/s	253 Kb/s	319,8 Kb/s

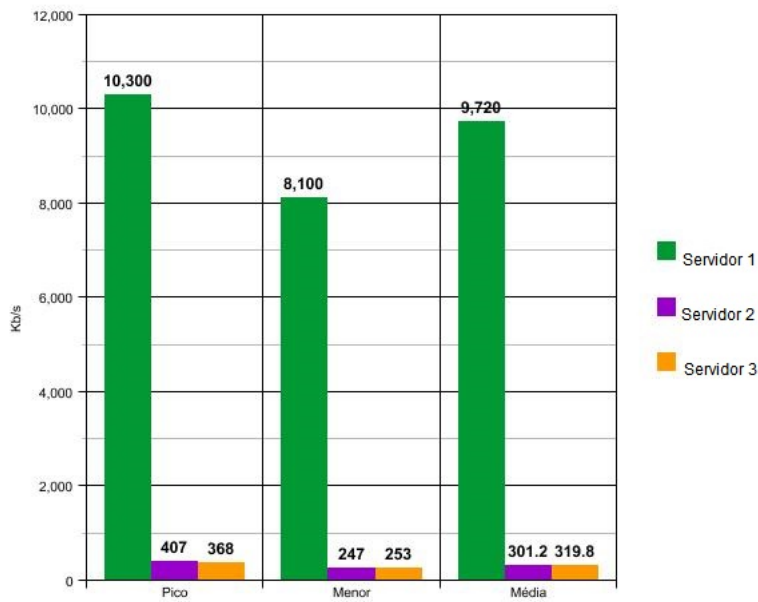


Figura 61 – Taxa Transmissão - Ceph - 1MB - Ext4

Tabela 60 – Taxa de recepção criando arquivo de 1MB - Ceph

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	397 Kb/s	250 Kb/s	308,4 Kb/s
Servidor 2	5,16 Mb/s	4,02 Mb/s	4,89 Mb/s
Servidor 3	5,14 Mb/s	4,08 Mb/s	4,83 Mb/s

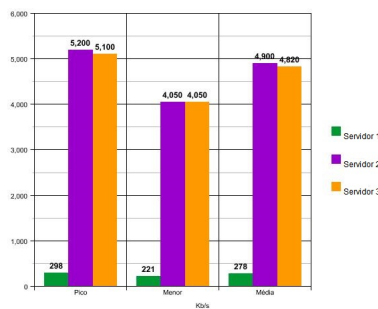


Figura 62 – Taxa Recepção - Ceph - 1MB - Ext4

Tabela 61 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1GB - Ceph

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	10,2 Mb/s	8,7 Mb/s	9,44 Mb/s
Servidor 2	525 Kb/s	387 Kb/s	453,8 Kb/s
Servidor 3	507 Kb/s	401 Kb/s	464,6 Kb/s

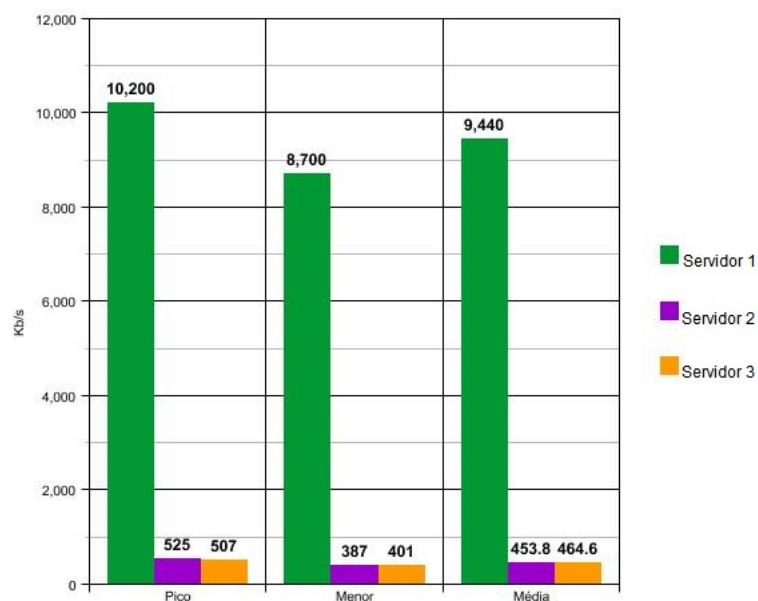


Figura 63 – Taxa Transmissão - Ceph - 1GB - Ext4

Tabela 62 – Taxa de recepção criando arquivo de 1GB - Ceph

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	419 Kb/s	269 Kb/s	383 Kb/s
Servidor 2	5,1 Mb/s	4,40Mb/s	4,76 Mb/s
Servidor 3	5,1 Mb/s	4,30 Mb/s	4,68 Mb/s

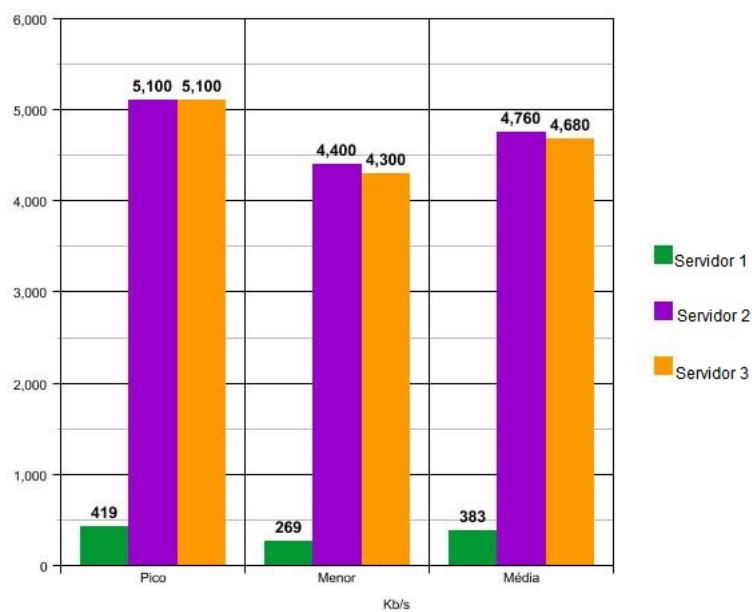


Figura 64 – Taxa Recepção - Ceph - 1GB - Ext4

APÊNDICE F – Ceph e XFS

F.1 Desempenho de I/O

F.1.1 Com arquivos de 1KB.

Tabela 63 – I/O Wait e Idle - 1KB - Ceph / XFS

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	0,52%	98,79%
Servidor 2	0,36%	99,10%
Servidor 3	0,16%	99,33%

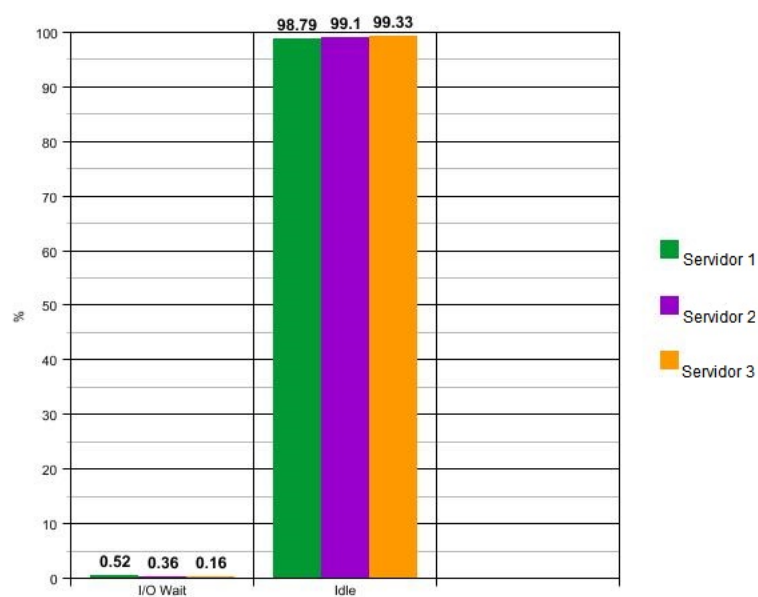


Figura 65 – I/O Wait e Idle - Ceph - 1Kb - XFS

Tabela 64 – I/O Wait e Idle - 1MB - Ceph / XFS

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	0,46%	97,21%
Servidor 2	0,43%	99,05%
Servidor 3	0,27%	99,22%

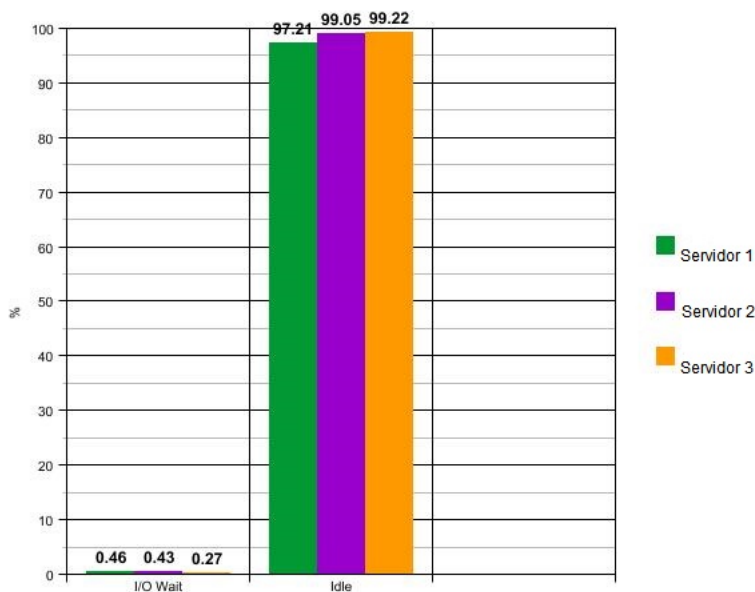


Figura 66 – I/O Wait e Idle - Ceph - 1Mb - XFS

Tabela 65 – I/O Wait e Idle - 1GB - Ceph / XFS

	I/O Wait	Idle
Servidor 1	23,54%	57,25%
Servidor 2	3,41%	95,29%
Servidor 3	4,36%	94,31%

Tabela 66 – Uso memória Ceph - XFS - 1KB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	16,08%	184,232 Mb	675,468 Mb
Servidor 2	12,84%	189,800 Mb	553,888 Mb
Servidor 3	13,91%	183,980 Mb	626,212 Mb

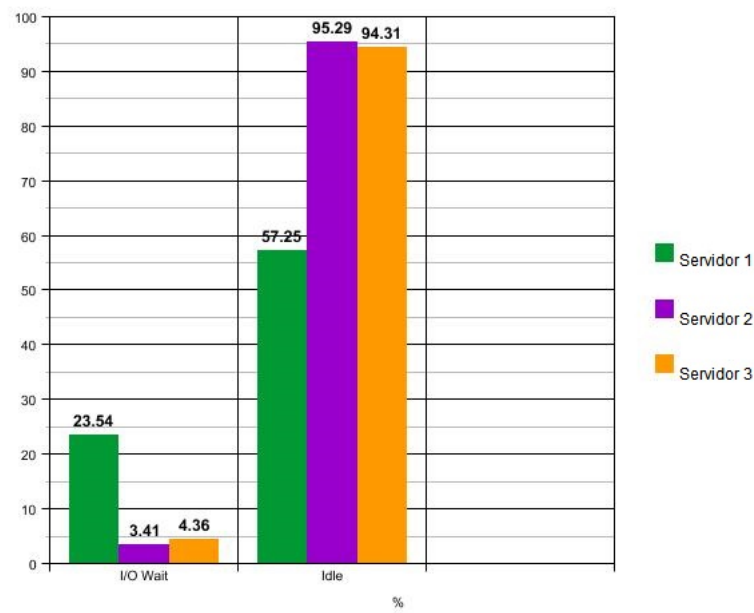


Figura 67 – I/O Wait e Idle - Ceph - 1Gb - XFS

F.1.2 Com arquivos de 1MB.

F.1.3 Com arquivos de 1GB.

F.2 Uso de memória

F.2.1 Com arquivos de 1KB.

F.2.2 Com arquivos de 1MB.

Tabela 67 – Uso memória Ceph - XFS - 1MB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	19,43%	186,06 Mb	872,128 Mb
Servidor 2	14,01%	190,94 Mb	607,792 Mb
Servidor 3	15,32%	185,536 Mb	691,944 Mb

Tabela 68 – Uso memória Ceph - XFS - 1GB.

	Uso de memória	Buffers	Cache
Servidor 1	46,30%	188,568 Mb	2,84 Gb
Servidor 2	29,20%	192,228 Mb	1,52 Gb
Servidor 3	28,24%	186,656 Mb	1,51 Gb

Tabela 69 – Ceph - XFS - 1KB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média de tempo
Real	0m0.001s	0m0.181s	0m0.010s
User	0m0.000s	0m0.000s	0m0.000s
System	0m0.000s	0m0.140s	0m0.006s

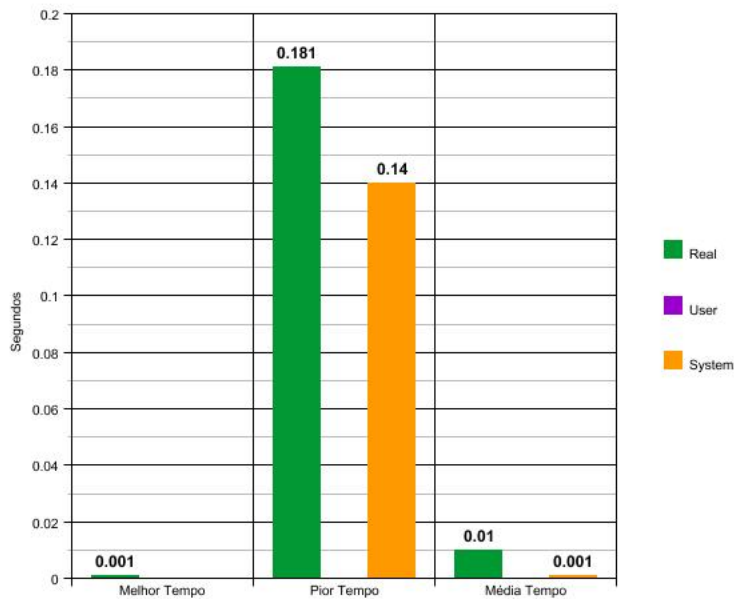


Figura 68 – Gráfico Representando Ceph - 1KB - XFS

Tabela 70 – Ceph - XFS - 1MB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média de tempo
Real	0m0.245s	0m0.308s	0m0.264s
User	0m0.000s	0m0.012s	0m0.002s
System	0m0.108s	0m0.132s	0m0.118s

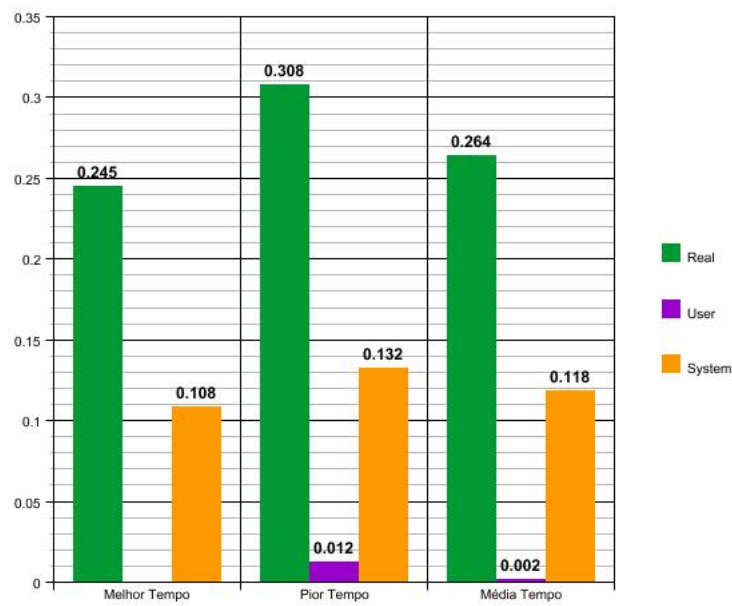


Figura 69 – Gráfico Representando Ceph - 1MB - XFS

F.2.3 Com arquivos de 1GB.

F.3 Tempo de criação de um arquivo

F.3.1 Com arquivos de 1KB.

F.3.2 Com arquivos de 1MB.

F.3.3 Com arquivos de 1GB.

Tabela 71 – Ceph - XFS - 1GB

	Melhor tempo	Pior tempo	Média tempo
Real	1m51.405s	2m23.461s	2m10.767s
User	0m0.000s	0m0.012s	0m0.002s
System	1m37.452s	1m39.304s	1m38.459s

F.4 Tráfego de Rede

F.4.1 Com arquivos de 1KB.

F.4.2 Com arquivos de 1MB.

F.4.3 Com arquivos de 1 GB

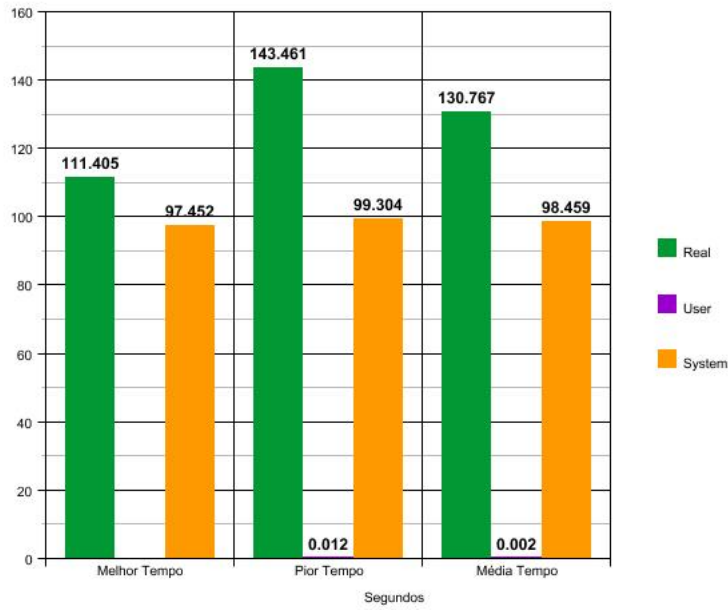


Figura 70 – Gráfico Representando Ceph - 1GB - XFS

Tabela 72 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1KB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	9,3 MB/s	1,7 MB/s	2,46 MB/s
Servidor 2	205 KB/s	89 KB/s	105 KB/s
Servidor 3	233 KB/s	159 KB/s	199,21 KB/s

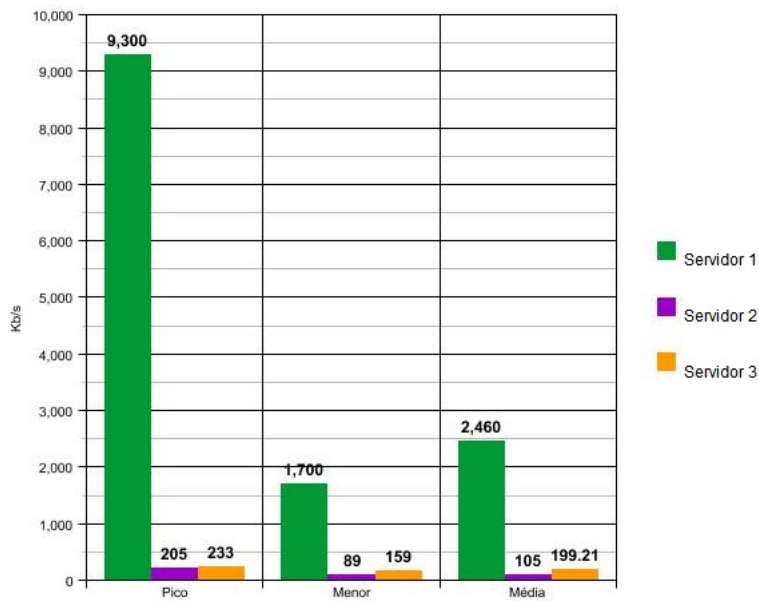


Figura 71 – Taxa Transmissão - Ceph - 1KB - XFS

Tabela 73 – Taxa de recepção criando arquivo de 1KB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	162 KB/s	99 KB/s	126 KB/s
Servidor 2	4,65 MB/s	850 KB/s	1,3 MB/s
Servidor 3	4,32 MB/s	700 KB/s	1,1 MB/s

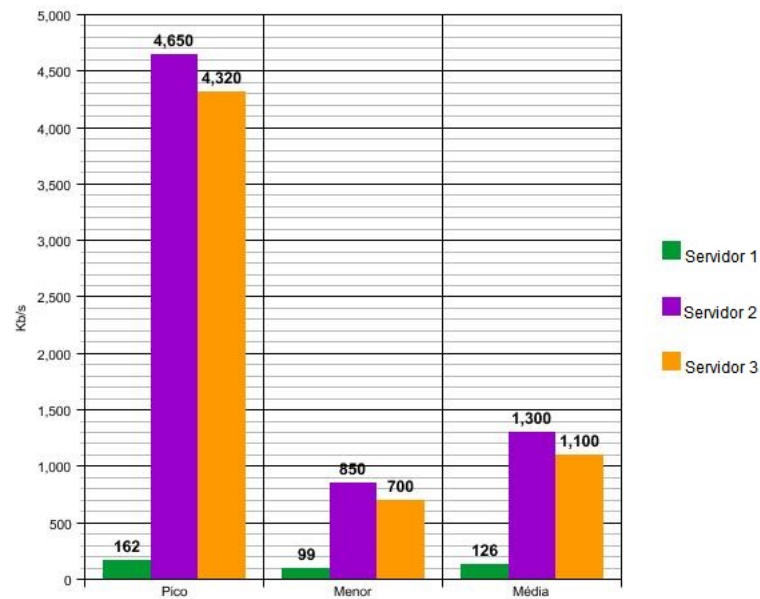


Figura 72 – Taxa Recepção - Ceph - 1KB - XFS

Tabela 74 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1MB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	8.0 Mb/s	6.45 Mb/s	7.02 Mb/s
Servidor 2	492 Kb/s	9.77 Kb/s	91 Kb/s
Servidor 3	214 Kb/s	34.3 Kb/s	128 Kb/s

Tabela 75 – Taxa de recepção criando arquivo de 1MB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	425 Kb/s	19.9 Kb/s	214 Kb/s
Servidor 2	3.59 Mb/s	3.12 Mb/s	3.36 Mb/s
Servidor 3	3.60 Mb/s	3.07 Mb/s	3.29 Mb/s

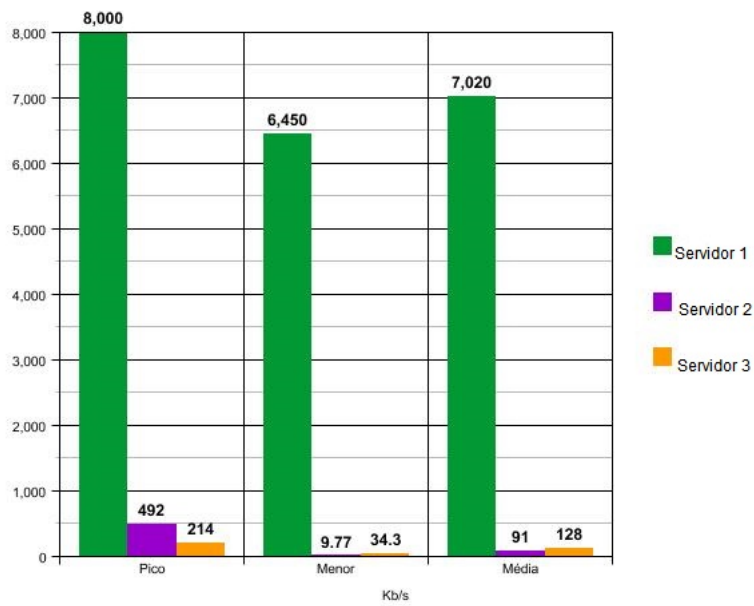


Figura 73 – Taxa Transmissão - Ceph - 1MB - XFS

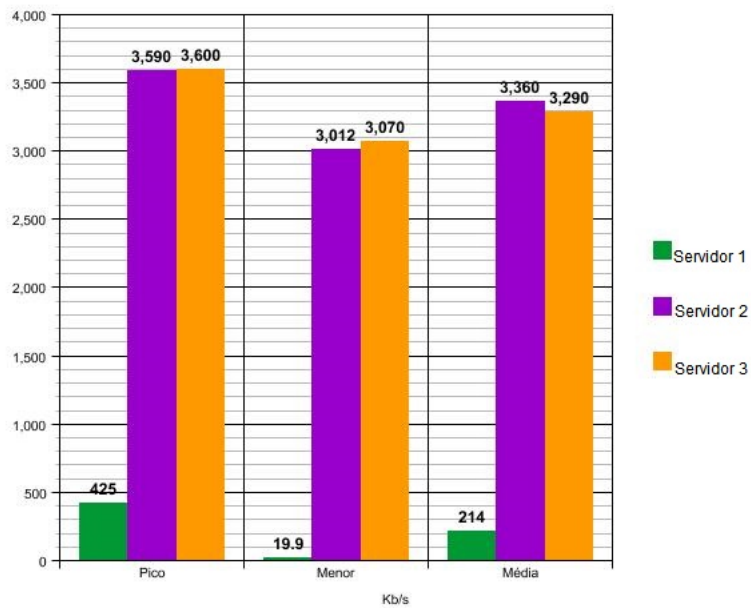


Figura 74 – Taxa Recepção - Ceph - 1MB - XFS

Tabela 76 – Taxa de transmissão criando arquivo de 1GB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	9.94 Mb/s	7,68 Mb/s	9,11 Mb/s
Servidor 2	2.44 Mb/s	15,2 Kb/s	720 Kb/s
Servidor 3	1.34 Mb/s	35 Kb/s	863 Kb/s

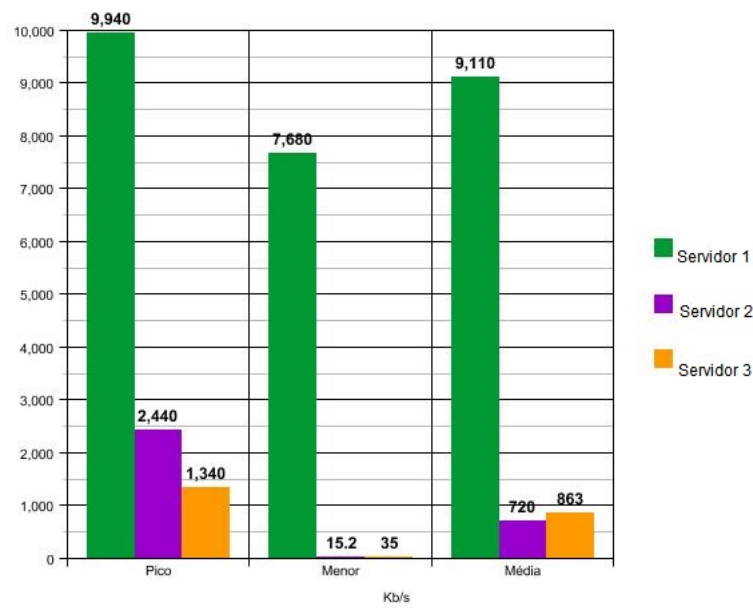


Figura 75 – Taxa Transmissão - Ceph - 1GB - XFS

Tabela 77 – Taxa de recepção criando arquivo de 1GB

	Pico	Menor	Média
Servidor 1	1,90 Mb/s	26 Kb/s	792 Kb/s
Servidor 2	4,92 Mb/s	4,01 Mb/s	4,61 Mb/s
Servidor 3	5,02 Mb/s	3,67 Mb/s	4,50 Mb/s

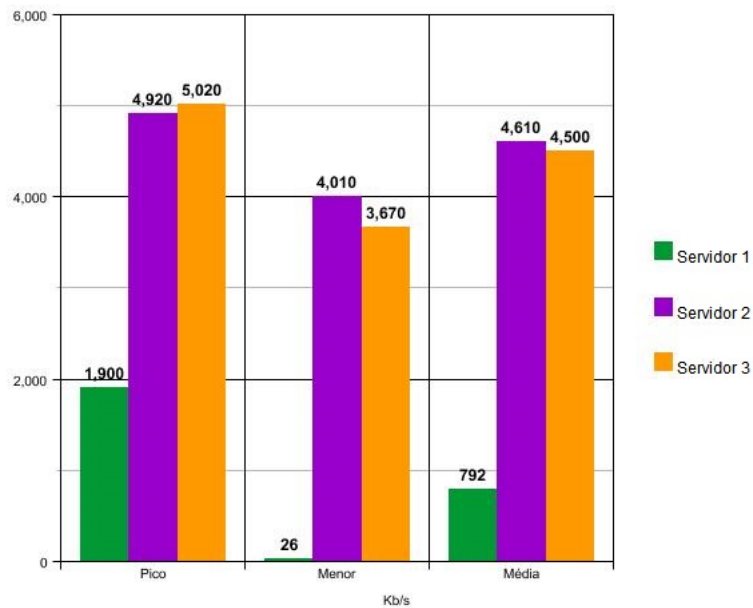


Figura 76 – Taxa Recepção - Ceph - 1GB - XFS