
Curso de Ciência da Computação
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Thin client Raspberry PI

Felipe Lima Moraes

Prof. Dr. Fabrício Sérgio de Paula

Curso de Ciência da Computação
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Dourados, MS
2015

Thin client Raspberry PI

Felipe Lima Moraes

Este exemplar corresponde à redação final da monografia da disciplina Projeto Final de Curso devidamente corrigida e defendida por Felipe Lima Moraes e aprovada pela Banca Examinadora, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Dourados, 28 de outubro de 2015

Prof. Dr. Fabrício Sérgio de Paula

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Obrigado aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional, sempre me fazendo entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Meus agradecimentos aos amigos Calebe Paes, Gabriel de Biasi, Larissa Mendes, Rodolpho Pivetta Sabino e todos companheiros do SweetRice, irmão na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Meu agradecimento ao Jean Barbosa Siqueira, pela grande ajuda no desenvolvimento, auxiliando e orientando em todas as dificuldades encontradas pelo caminho.

RESUMO

O trabalho consiste no estudo de conceitos sobre o uso do *Raspberry PI* como um *thin client* e na criação de um ambiente thin client, sendo possível verificar as vantagens e desvantagens da utilização do Raspberry PI. O estudo tem a intenção de auxiliar na decisão que criar, ou não, um ambiente thin client usando Raspberrys PI e também mostrar a viabilidade da substituição dos thin clients de uma ambiente já implantado, sendo esses thin clients, computadores desktop. É descrito todos os passos para a criação de um ambiente thin client e também os passos para a utilização do Raspberry PI com um thin client, com essas informações foi implantado um ambiente thin client, para a execução de testes tornando possível a captura de dados que possibilitaram a construção dos resultados. Resultados claros e objetivos sobre a utilização do Raspberry PI como um thin client, mostrando os problemas de usabilidade e as vantagens econômica dessa utilização. Vantagem como o custo de manutenção e de implantação de um ambiente com Raspberry PI, além de apresentar o desempenho do Raspberry PI no consumos dos recursos de hardware disponíveis no servidor.

Palavras-chave: LTSP, Teste de performance, Ambiente thin client.

ABSTRACT

The work consists of studying concepts on using the Raspberry PI as a thin client and to create a thin client environment, it is possible to check the advantages and disadvantages of using the Raspberry PI. The study is intended to assist in the decision to create, or not, a thin client environment using Raspberrys PI and also show the feasibility of replacing the thin clients to an already deployed environment, and these thin clients, desktop computers. It is described all the steps to creating a thin client environment and also the steps for using the Raspberry PI with a thin client with this information was deployed a thin-client environment for running tests making it possible to capture data They allowed the construction of results. Clear and objective results on the use of the Raspberry PI as a thin client, showing the usability issues and the economic advantages of such use. Advantage as the cost of maintenance and deployment of an environment with Raspberry PI, besides presenting the performance of Raspberry PI in hardware resources of consumption available on the server.

Keywords: LTSP, Performance test, Thin client environment.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
I	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2	THIN CLIENT	21
2.1	O que é?	21
2.2	Sotfwares	22
2.2.1	LTSP	22
2.2.2	DRBL	22
2.2.3	Thinstation	23
2.3	Produtos	23
2.4	Aplicações	29
3	RASPBERRY PI	33
3.1	O que é?	33
3.2	Surgimento	33
3.3	Tipos/Produtos	34
3.4	Aplicações	38
II	INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO	41
4	AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO	43
5	SERVIDOR	45
6	RASPBERRY PI	49
III	RESULTADOS E CONCLUSÕES	51
7	RESULTADOS OBTIDOS	53
8	CONCLUSÃO	57
	Referências	59

APÊNDICES	63
APÊNDICE A – SCRIPT PARA CRIAR SERVIDOR LTSP	65
ANEXOS	69

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Quantidade de memória usada no servidor durante o uso do Raspberry Pi com thin client e do computador como thin client	54
Figura 2 – Procentagem da utilização da CPU do servidor durante o uso do Raspberry Pi com thin client e do computador como thin client	55
Figura 3 – Quantidade de dados transferidos pela rede durante o uso do Raspberry Pi com thin client e do computador como thin client	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Especificação do modelo TCBR200	25
Tabela 2 – Especificação do modelo TCBR200W	25
Tabela 3 – Especificação do modelo NC630	25
Tabela 4 – Especificação do modelo NC630W	26
Tabela 5 – Especificação do modelo NC630	26
Tabela 6 – Especificação do modelo NC630W	27
Tabela 7 – Especificação do modelo TCBR100	27
Tabela 8 – Especificação do modelo Wyse D10DP	28
Tabela 9 – Especificação do modelo ENTC-1000	28
Tabela 10 – Especificação do modelo Nc600	28
Tabela 11 – Tabela informando o calculo para o consumo de energia elétrica anual .	30
Tabela 12 – Tabela informando o calculo para manutenção anual (hardware/software)	31
Tabela 13 – Especificação do Raspberry PI Geração 1 Modelo A	36
Tabela 14 – Especificação do Raspberry PI Geração 1 Modelo A+	36
Tabela 15 – Especificação do Raspberry PI Geração 1 Modelo B	37
Tabela 16 – Especificação do Raspberry PI Geração 1 Modelo B+	37
Tabela 17 – Especificação do Raspberry PI Geração 2 Modelo B	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Ampere
ARM	Advanced RISC Machine
BIOS	Basic Input/Output System
CAL	Client Access License
CD	Compact Disc
CD-ROM	Compact Disc Read-Only Memory
CPU	Central Processing Unit
DC	Direct Current
DDR3	Double Data Rate tipo 3
DSLR	Digital Single-Lens Reflex
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DVI	Digital Visual Interface
DRBL	Diskless Remote Boot in Linux
GB	GigaByte
GIF	Graphics Interchange Format
GHZ	GigaHertz
GNU	GNU is Not Unix
GPIO	General Purpose Input/Output
GPU	Graphics Processing Unit
HD	Hard Disc
HD	High Definition
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
IP	Internet Protocol

I/O	Input/Onput
LTSP	Linux Terminal Server Project
LTS	Long Term Support
MB	MegaByte
MHZ	MegaHertZ
NFS	Network File System
RAM	Random Access Memory
NIS	Network Information Service
PAL	Phase Alternating Line
PC	Personal Computer
PXE	Preboot eXecution Environment
RCA	Radio Corporation of America
RJ-45	Registered Jack tipo 45
SO	Sistema Operacional
TI	Tecnologia da Informação
USB	Universal Serial Bus
V	Volts
VGA	Video Graphics Array

1 INTRODUÇÃO

Thin client, ou cliente magro, é um computador cliente totalmente dependente de um servidor. O servidor compartilha seus recursos de *hardware* como disco rígido (HD), Memória RAM (*Random-Access Memory*) e CPU (*Central Processing Unit*) a todos os *thin clients*. Um *thin client* funciona através da rede, carregando um sistema operacional (SO) do servidor, permitindo o acesso aos programas existentes no servidor, facilitando assim o *backup* e a atualização dos programas utilizados e a interação com o usuário é análoga a um computador que opera de maneira convencional.

O *Raspberry PI* é um computador de baixo custo, que permite um leque de opções na sua utilização. Ele possui tamanho de um cartão de crédito, contendo o processador, GPU (*Graphics Processing Unit*) e a memória RAM em um circuito integrado. É alimentado com energia de um 1 ampere (A) e 5 Volts (V) e pesa em torno de 45 gramas. Entre as várias utilizações do *Raspberry PI*, existe a utilização dele como um *thin client*.

Este trabalho envolve o estudo de conceitos sobre o uso do *Raspberry PI* como um *thin client* e também descreve as configurações necessárias, tanto no *Raspberry PI*, quanto no servidor. E com base nesse ambiente de teste, apresenta e discute os resultados obtidos a partir de um *Raspberry PI* como um *thin client* acessando o servidor.

Nos capítulos 2 e 3 referente ao referencial teórico, será introduzido o conhecimento necessário para um bom entendimento sobre *thin client* e *Raspberry PI*, explicando cada um, mostrando os principais produtos no mercado, e suas aplicações bem sucedidas.

No capítulo 4 é apresentado os equipamentos usados nos testes, além da descrição de como foi executados os testes. Em seguida nos capítulos 5 e 6 é descrito os passos para a configuração do ambiente, afim de coletar os dados e medir o desempenho do *Raspberry PI* na utilização da interface gráfica e na utilização dos recursos do servidor mostrados no capítulo 7, gerando resultados que são apresentados em gráficos.

Parte I

Referencial Teórico

2 THIN CLIENT

2.1 O que é?

Thin client, ou cliente magro (tradução literal), é um computador cliente em uma rede com paradigma de computação centralizada (cliente-servidor), esse cliente possui poucos ou nenhum aplicativo instalado, sendo totalmente dependente do servidor. O servidor executa programas e armazena dados para seus clientes/thin clients, facilitando o backup e a atualização desses programas, além de compartilhar os recursos de hardware como disco rígido, memória RAM, CPU, entre outros (THINCLIENTBRASIL, 2015b; TANENBAUM, 2010).

Existem aparelhos de thin client que são equipamentos similares a computadores pessoais (PCs). O que difere esses equipamentos de um PC comum é sua estrutura interna, onde não necessariamente o aparelho de thin client possui um disco rígido. Cabe ressaltar que a palavra "thin" se refere a uma pequena imagem de boot que é o processo de inicialização de qualquer sistema computacional (THINCLIENTBRASIL, 2015b).

O ambiente de thin client consiste em um servidor ligado a um ou mais thin clients. Cada thin client necessita de uma quantidade mínima de recurso de hardware para sua utilização (IBM, 2014). Um thin client carrega um sistema operacional do servidor, permitindo o acesso aos programas existentes no mesmo. A utilização desse cliente é análoga a um computador que funciona de maneira convencional (THINCLIENTBRASIL, 2015b; MORIMOTO, 2013).

O hardware disponível no servidor possibilita a estes dispositivos realizarem as operações/tarefas tais como a execução de programas, sem possuir as especificações mínimas exigidas pelos softwares, algo que em um computador que processa seus dados de maneira convencional não seria possível (TANENBAUM, 2010).

O ambiente funciona com computadores clientes que podem ser desprovidos de leitores de CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory), unidades de disquetes e HD. Tornando o gerenciamento dos recursos centralizado no ambiente thin client, uma vez que os arquivos e aplicações são inseridos no servidor, pois é o único que necessita de disco rígido para seu funcionamento (TANENBAUM, 2010; THINCLIENTBRASIL, 2015b).

Os thin clients possuem uma comunicação com o servidor através de uma rede local sendo uma das características principais o fato do sistema operacional utilizado não estar na máquina acessada pelo usuário, e sim no servidor. Mas os dispositivos I/O (input/output) como monitor, teclado e mouse, são componentes locais usados para a comunicação do usuário com o sistema, o que faz parecer que eles estão utilizando

computadores independentes (RICHARDS, 2007; THINCLIENTBRASIL, 2015b).

2.2 Softwares

A implantação de uma infraestrutura com thin clients necessita de softwares e serviços específicos para que o servidor disponibilize todas as funcionalidades necessárias aos clientes. Atualmente existem algumas implementações no mercado que oferece tal suporte para que um computador transforme-se em servidor. As principais implementações são descritas a seguir.

2.2.1 LTSP

O LTSP ou Linux Terminal Server Project, foi fundado por Jim McQuillan e Ron Colcurnian em 1999. A ideia era fornecer um terminal gráfico ou em modo texto de um servidor GNU/Linux, com uma distribuição Linux compartilhada na rede e acessada pelos terminais dos clientes via NFS¹ (Network File System) (FARIA, 2009).

Para um cliente LTSP funcionar é necessário estar na mesma rede do servidor e ser inicializado via rede. Já no servidor é instalado o LTSP, que contém as configurações do ambiente thin client, permitindo assim, que os clientes LTSP executem os aplicativos instalados no servidor e acessem todos os recursos disponibilizados por ele (FARIA, 2009).

O LTSP funciona em servidores Linux, sendo uma solução flexível, de baixo custo e eficiente, que vem sendo utilizado em escolas, empresas e organizações de todo o mundo. Ambientes thin client utilizando o LTSP, tornou-se a tecnologia adotada na implementação de sistemas diskless (sem disco), sendo utilizados PCs antigos para navegar na web, enviar e-mail, criar documentos e executar outros aplicativos de desktop, proporcionando maior vida útil a estes equipamentos (FARIA, 2009; LTSP.ORG, 2014).

2.2.2 DRBL

DRBL ou Diskless Remote Boot in Linux, fornece um ambiente semelhante ao LTSP. Esse software funciona em distribuições Debian, Ubuntu, Red Hat, Fedora, CentOS e SuSE. O DRBL utiliza recursos de hardware distribuídos, o que torna possível aos clientes terem acesso total ao hardware local (SOURCEFORGE.NET, 1999).

O DRBL usa PXE/etherboot², NFS e NIS³ (Network Information Service) em

¹ É um sistema de compartilhamento de arquivos entre máquinas de uma rede (XAVIER, 1996).

² É um boot remoto desenvolvido pela Intel, gravado na ROM da placa de rede que permite que o boot através da rede, carregando todo o software necessário a partir de um servidor previamente configurado (MORIMOTO, 2005c).

³ É um serviço desenvolvido pela SUN para a distribuir informação pela rede (LINUX SUPPORT, 2007).

seu funcionamento, não sendo necessário instalar o sistema operacional GNU/Linux diretamente no disco rígido de cada cliente na rede, pois o disco rígido é opcional. Se um disco rígido estiver presente, o DRBL pode fazer uso dele como uma memória de SWAP⁴ (SOURCEFORGE.NET, 1999; FARIA, 2009; TUZI, 2006).

No DRBL outros sistemas operacionais instalados (localmente) nos clientes DRBL, não serão afetados. Isto pode ser útil, por exemplo, durante uma implementação do ambiente thin client, onde os usuários ainda possuem a opção de iniciar o sistema local e executar algumas aplicações disponíveis dentro do sistema local. O DRBL permite essa grande flexibilidade em sua implantação (SOURCEFORGE.NET, 1999).

2.2.3 Thinstation

O Thinstation é um software para ambientes que utilizam thin clients. Seu desenvolvimento foi iniciado em 2003 por iniciativa de Miles Roper e hoje é desenvolvido por vários colaboradores (THINSTATION, 2014; FARIA, 2009).

O Thinstation é baseado em Linux, mas é possível se conectar diretamente a um servidor Microsoft Windows, Unix ou Citrix. Como a maioria das aplicações exige um servidor gráfico, o cliente terá um terminal que irá se conectar a um servidor para trabalhar em um ambiente gráfico, essa tecnologia é usada principalmente em salas de aulas, escritórios, empresas ou departamentos (THINSTATION, 2014).

Após a instalação do Thinstation, ele irá gerar uma imagem personalizada do sistema, onde podem funcionar como clientes de um servidor ou trabalhar como terminais autônomos, executando um ambiente gráfico local (THINSTATION, 2014).

O Thinstation roda em hardware PC comum (classe i686 32/64 bit) e pode também se utilizar computadores antigos como clientes de uma rede cliente-servidor. O cliente não necessita possuir um disco rígido, pois ele é inicializado pela rede. E dispositivos como disquete, HD, CD-ROM, USB (Universal Serial Bus) e impressoras ligadas diretamente aos clientes não são suportados. A última versão estável é a versão 5.4 (THINSTATION, 2014; FARIA, 2009).

2.3 Produtos

No Brasil existe a empresa Thin Client Brasil, uma revendedora licenciada para a venda de aparelho de thin client. O site possui alguns modelos, todos sem a descrição do valor, mas foi feito contato com a empresa e com isso forneceram uma lista com todos os

⁴ O swap é a memória virtual que funciona como uma extensão da memória RAM, que fica armazenada no disco.

preços e vários arquivos com a descrição de cada produto. As Tabelas de 1 a 7 mostram informações sobre os produtos.

Tabela 1 – Especificação do modelo TCBR200

Especificação	
Processador	ARM-A9 Dual Core 1GHz
RAM	512MB
Chip Gráfico	Graphics Card Type MALI400 1080P
Saída de vídeo	VGA e HDMI
Dimensões	11,3cm x 11,3cm x 2,4cm
Peso	155g
Portas USB	3
Saída de áudio	1 P2
Porta de rede	RJ-45
Power	DC 5v/2A
Valor	R\$ 650,00

Fonte: (THIN CLIENT BRASIL, 2015)

Tabela 2 – Especificação do modelo TCBR200W

Especificação	
Processador	ARM-A9 Dual Core 1GHz
RAM	512MB
Chip Gráfico	Graphics Card Type MALI400 1080P
Saída de vídeo	VGA e HDMI
Dimensões	11,3cm x 11,3cm x 2,4cm
Peso	155g
Portas USB	3
Saída de áudio	1 P2
Porta de rede	RJ-45 ,Wireless(3dbi)
Power	DC 5v/2A
Valor	R\$ 699,00

Fonte: (THIN CLIENT BRASIL, 2015)

Tabela 3 – Especificação do modelo NC630

Especificação	
Processador	ARM11 800MHz
RAM	128MB
Chip Gráfico	–
Saída de vídeo	–
Dimensões	12cm x 17cm x 3cm
Peso	200g
Portas USB	3
Saída de áudio	2 P2 (input e output)
Porta de rede	RJ-45
Valor	R\$ 440,00

Fonte: (THIN CLIENT BRASIL, 2015)

Tabela 4 – Especificação do modelo
NC630W

Especificação	
Processador	ARM11 800MHz
RAM	128MB
Chip Gráfico	–
Saída de vídeo	–
Dimensões	12cm x 17cm x 3cm
Peso	200g
Portas USB	3
Saída de áudio	2 P2 (input e output)
Porta de rede	RJ-45 ,Wireless(3dbi)
Valor	R\$ 510,00

Fonte: (THIN CLIENT BRASIL, 2015)

Tabela 5 – Especificação do modelo
NC630

Especificação	
Processador	ARM11 800MHz
RAM	128MB
Chip Gráfico	–
Saída de vídeo	–
Dimensões	12cm x 17cm x 3cm
Peso	200g
Portas USB	3
Saída de áudio	2 P2 (input e output)
Porta de rede	RJ-45
Valor	R\$ 440,00

Fonte: (THIN CLIENT BRASIL, 2015)

Tabela 6 – Especificação do modelo NC630W

Especificação	
Processador	ARM11 800MHz
RAM	128MB
Chip Gráfico	–
Saída de vídeo	–
Dimensões	12cm x 17cm x 3cm
Peso	200g
Portas USB	3
Saída de áudio	2 P2 (input e output)
Porta de rede	RJ-45 ,Wireless(3dbi)
Valor	R\$ 510,00

Fonte: (THIN CLIENT BRASIL, 2015)

Tabela 7 – Especificação do modelo TCBR100

Especificação	
Processador	–
RAM	–
Chip Gráfico	–
Saída de vídeo	VGA
Dimensões	9,8cm x 9,8cm x 2,1cm
Peso	200g
Portas USB	4 + 1(mini USB)
Saída de áudio	2 P2 (input e output)
Porta de rede	RJ-45
Valor	R\$ 510,00

Fonte: (THIN CLIENT BRASIL, 2015)

Na busca por mais modelos, foram encontradas algumas lojas que revendem esse tipo de aparelho individualmente no Brasil. Existem outras que vendem produtos numa forma de pacote, mas isso não é foco do trabalho. Os produtos encontrados estão descritos nas Tabelas 8, 9 e 10.

Tabela 8 – Especificação do modelo Wyse D10DP

Especificação	
Processador	AMD G-Series T48E de 1,4 GHz e 2 núcleos
RAM	DDR3 2 GB
Chip Gráfico	Radeon HD 6250
Saída de vídeo	DisplayPort, DVI-I
Resolução de vídeo	2560 x 1600, 1920 x 1200
Dimensões	6,7cm x 1,6cm x 7,3cm
Peso	0,93kg
Protocolo	–
Portas USB	2
Saída de áudio	mini de 1/8 polegadas, Alto-falante mono interno
Porta de rede	RJ-45, wireless
Power	–
Valor	R\$ 2.030,00

Fonte: (DELL, 2015)

Tabela 9 – Especificação do modelo ENTC-1000

Especificação	
Processador	Cirrus Logic EP9307 ARM, dual-core de 200 MHz
RAM	64 MB
Chip Gráfico	não possui
Saída de vídeo	VGA
Resolução de vídeo	2560 x 1600, 1920 x 1200
Dimensões	9,5cm x 15cm x 3cm
Peso	0,93kg
Protocolo	RDP 2.4.1
Portas USB	2
Saída de áudio	1 mini-jack 3,5 mm
Porta de rede	RJ-45
Power	5 VDC
Valor	R\$ 326,00

Fonte: (ATERA, 2015)

Tabela 10 – Especificação do modelo Nc600

Especificação	
Processador	800 mhz
RAM	128m
Chip Gráfico	não possui
Saída de vídeo	VGA
Resolução de vídeo	2560 x 1600, 1920 x 1200
Dimensões	11.5cm x 11.5cm x 2.5cm
Portas USB	3
Saída de áudio	1 P2
Porta de rede	RJ-45
Power	5.0V 2.4A
Valor	R\$ 420,00

Fonte: (LOJA WT, 2015)

2.4 Aplicações

A maioria dos recursos computacionais em sistemas desktop não é plenamente aproveitada. A tecnologia thin client é uma solução que otimiza o funcionamento do servidor, diminuindo o tempo que o computador permanece ocioso, minimizando a subutilização de seus recursos (THIN CLIENT BRASIL, 2015).

Com a utilização de thin clients, torna-se possível a implantação de vários clientes na rede, permitindo o acesso aos recursos disponibilizados pelo servidor. Os requisitos de hardware do servidor irá determinar o número de terminais, o que deve ser bem pensado antes de elaborar e formatar o ambiente utilizado (THIN CLIENT BRASIL, 2015).

Cabe ressaltar que existem estabelecimentos em que a tecnologia thin client foi homologada pela Thin Client Brasil (2015), dentre estes estabelecimentos podemos destacar:

- a) Escritório de contabilidade;
- b) Escritório de arquitetura;
- c) Empresa de *marketing*/design;
- d) Escritório de advocacia;
- e) Empresa de engenharia;
- f) Laboratório de Informática;
- g) Empresa de comunicação;
- h) Escolas e Universidades;
- i) Prefeituras;
- j) *Stand* de vendas;
- k) Balcão de atendimento;
- l) Concessionárias;
- m) Farmácias;
- n) Bibliotecas;
- o) Fábricas em geral;
- p) Pizzarias;
- q) Lojas de material de construção;
- r) Supermercados;

Além de ser bastante econômico, os aparelhos de thin client são ecologicamente corretos. O consumo de energia é bem menor, comparado à soluções convencionais e também gera menos lixo eletrônico no meio ambiente, como sendo apenas alguns dos benefícios que podem ser aproveitados, através da implantação desta estrutura. Logo

abaixo há uma lista de benefícios da utilização do thin client de acordo com a Thin Client Brasil (2015).

- a) Baixo investimento inicial;
- b) Baixo custo de administração de TI;
- c) Facilidade de proteção e gerenciamento de rede;
- d) Baixo custo de *hardware*;
- e) Menor custo para licenciamento de *softwares*;
- f) Baixo consumo de energia;
- g) Não desperta interesse dos ladrões, diminuindo risco de furto;
- h) Resistência a ambientes hostis;
- i) Menor dissipação de calor para o ambiente (economia com ar condicionado);
- j) Não possui ruídos (ao contrário dos PCs);
- k) Manutenção muito baixa;
- l) Possui maior vida útil, gerando menos lixo eletrônico.

As principais vantagens em utilizar uma infraestrutura formada por thin clients estão relacionadas à economia de energia, software e hardware. Na parte referente à economia de energia, é calculado o consumo direto e indireto, pois um thin client consome cerca de 5% da energia de um computador convencional. Além do consumo próprio deve se levar em conta a economia de energia elétrica relacionada a utilização de ar-condicionado, já que os aparelhos de thin client dissipam menos calor para o ambiente (THINCLIENTBRASIL, 2015a).

Tabela 11 – Tabela informando o calculo para o consumo de energia elétrica anual

Solução Convencional	Gasto anual em Energia para 30 computadores	R\$ 11.484,00
Solução ThinClient	Gasto anual em Energia para 01 Servidor + 30 Terminais thin clients	R\$ 1.041,22
Economia		R\$ 10.442,78

Fonte: (THINCLIENTBRASIL, 2015a)

A economia referente ao software, diz respeito as licenças de aplicativos e sistemas, devido a centralização das aplicações, sendo suficiente a compra de apenas uma licença do produto. Mas isso depende do sistema operacional, no caso da plataforma Microsoft é necessário comprar licença de Terminal Server, além de possuir licenças de CAL (Client Access License) para todos os clientes (MICROSOFT, 2011). Já para o hardware, quando o administrador da rede pensa em atualizar o hardware, é necessário apenas a mudança em seu servidor. Com isso, todos os clientes serão beneficiados com este upgrade (THINCLIENTBRASIL, 2015a).

Tabela 12 – Tabela informando o calculo para manutenção anual (hardware/software)

Solução Convencional	Gasto anual em Energia para 30 computadores	R\$ 10.800,00
Solução ThinClient	Gasto anual em Energia para 01 Servidor + 30 Terminais thin clients	R\$ 3.600,00
Economia		R\$ 7.200,00

Fonte: (THINCLIENTBRASIL, 2015a)

3 RASPBERRY PI

3.1 O que é?

O Raspberry PI é um computador de baixo custo financeiro, baseado na arquitetura ARM¹ (Advanced RISC Machine) e que consome 1A e 5V, fornecida pela sua porta micro-USB. Esse baixo consumo torna dispensável o dissipador de calor no dispositivo. Ele possui uma unidade central, processador gráfico e também um hardware de áudio e de comunicações, todos inseridos em um único componente, um chip de circuito impresso (UPTON; HALFACREE; PASCHOA, 2013; RASPBERRY PI FOUNDATION, 2015).

Upton, Halfacree e PASCHOA (2013) afirmam que a arquitetura ARM é algo incomum no mundo dos desktops, o que faz Raspberry Pi não seja compatível com o software tradicional de PCs por não possuir o mesmo conjunto de instruções. Apesar disso, existe uma porção de softwares disponíveis que utilizam instruções ARM e está em crescimento com a popularidade do Raspberry PI.

3.2 Surgimento

O projeto surgiu originalmente como uma ferramenta para o aprendizado de linguagens de programação, especialmente em países de terceiro mundo, onde queriam oferecer um computador barato o suficiente para que cada estudante pudesse praticar em casa (MORIMOTO, 2012).

Em 2006, Eben Upton e sua equipe contendo professores, acadêmicos e entusiastas da computação em torno dele, desenvolveram o primeiros conceitos para o Raspberry Pi, sendo estebaseado no microcontrolador Atmel ATmega. Em 2009, foi criada oficialmente a Raspberry Pi Foundation (UPTON; HALFACREE; PASCHOA, 2013).

Em agosto de 2011, foi produzida a primeira série com aproximadamente 50 placas, elas serviram principalmente como uma plataforma para desenvolvedores, para depuração e demonstração das capacidades do produto. Em dezembro de 2011, foi a vez da série beta onde foi produzido 25 placas, já baseada no layout de produção (HEIN, 2013).

Após os criadores eliminarem as últimas falhas, ocorreu um leilão online em janeiro de 2012, onde 10 placas desta série beta foram vendidas por um total de £ 16.336,00. Em 29 de fevereiro de 2012, os servidores web da fundação e duas distribuidoras oficiais

¹ Arquitetura de processador de 32 bits, que visa a simplificação das instruções, para atingir a máxima eficiência por ciclo, gerando um baixo consumo de energia (ROBO LIVRE, 2011).

foram sobrecarregados em poucos minutos com a quantidade de pedidos. Muitos clientes esperaram durante horas para submeter uma pré-encomenda (HEIN, 2013).

3.3 Tipos/Produtos

O Raspberry Pi destaca-se por ter o tamanho de um cartão de crédito e mesmo assim é capaz de reproduzir vídeos em definição HD² (High Definition), editores de texto e jogos. No final de 2012, os usuários ganharam uma loja de aplicativos própria para Raspberry PI onde é possível baixar e disponibilizar programas desenvolvidos (REDAÇÃO GALILEU, 2015). Abaixo segue a lista de componentes contidos no Raspberry PI:

Processador Em alguns modelos, o Raspberry Pi possui um processador de system-on-chip de 32 bits com 700 MHz, mas no modelo B2 possui um quad-core com 900MHz. Todos os modelos são construídos sobre a arquitetura ARM. O chips ARM apresenta em uma variedade de arquiteturas com diferentes núcleos configurados. O modelo B+ tem 512MB de memória RAM, já o modelo B2 vem com 1GB de RAM, enquanto os outros continham apenas 256 MB.

Slot para cartão de memória O armazenamento é feito em um cartão de memória, pois não possui um disco rígido. O slot varia de modelo a modelo, podendo ser SD ou MicroSD.

Porta USB Todos os modelos possuem entrada USB mas a quantidade varia de modelo a modelo, como no caso modelo A que possui apenas uma. Já no modelo B, há duas portas USB 2.0, e no modelo B+ em diante possui quatro portas USB 2.0. Algumas das primeiras placas do Raspberry Pi foram limitadas quanto à quantidade de corrente que elas poderiam fornecer. Alguns dispositivos USB podem chegar a 500mA. A placa original do Raspberry Pi suportava 100mA ou menos, mas as revisões mais recentes alcançam até a especificação completa das portas USB 2.0 que é 500mA.

Porta Ethernet O modelo B em diante possui porta Ethernet padrão RJ45. O modelo A não tem, mas pode ser conectado a uma rede com fios por meio de um adaptador de rede Ethernet USB. A conectividade Wi-Fi é feita apenas por meio de um adaptador USB externo.

Conector HDMI (High-Definition Multimedia Interface) A porta HDMI está presente em todos os modelos, e oferece saída de áudio e vídeo digital.

² É o sistemas de resolução da tela corresponde ao número de pixels presentes. O HD faz referência à resolução de 1280 x 720 pixels, que por sua vez combina com telas widescreen (16:9).

Saída de áudio analógico Conector de áudio analógico padrão de 3,5 mm que é destinado a conduzir cargas de alta impedância. A qualidade é muito inferior à saída de áudio HDMI.

Saída de vídeo composto(Composite) Um conector tipo RCA (Radio Corporation of America) fornece sinais de vídeo NTSC (National Television System Committee) ou PAL (Phase Alternating Line) e existe em apenas no modelo A e B. O sinal de vídeo é um conector de 4 polos TRRS, sendo assim necessário um cabo apropriado. Esses conectores produzem um formato de vídeo de resolução baixa, uma segunda opção caso não haja tela com entrada HDMI.

Entrada de energia Conector microUSB é usado para fornecer energia, a porta microUSB foi escolhida porque é um conector barato, e fontes de alimentação microUSB são fáceis de encontrar.

GPIO header Possui o propósito de entrada e saída de corrente (GPIO) pinos. Eles são um conjunto de conexões que têm várias funções, mas a principal delas é conectar o Raspberry Pi a um circuito eletrônico, usando normalmente programas para controlar o circuito.

Existem cinco modelos de Raspberry PI, e a cada modelo lançado, o produto é aprimorado, sendo que a ultima versão lançada pode executar quase todas distribuições ARM GNU/Linux, incluindo Ubuntu Snappy Core, e também o Microsoft Windows 10 (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2015). Nas tabelas de 13 a 17 possui os modelos produzidos comercialmente:

Raspberry PI 1 Modelo A

Tabela 13 – Especificação do Raspberry PI Geração 1 Modelo A

Especificações	
Processador	700 MHz ARM1176JZF-S core
RAM	256 MB
Chip Gráfico	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz
Saída de vídeo	RCA Composto e HDMI
Cartão de memória	SD cards
Portas USB	1
Saída de áudio	Conector RCA, HDMI
Porta de rede	não possui
Power	5V via MicroUSB ou header GPIO
Valor	Não encontrado no mercado

Fonte: Raspberry Pi portugal (2013)

Raspberry PI 1 Modelo A+

Tabela 14 – Especificação do Raspberry PI Geração 1 Modelo A+

Especificações	
Processador	700 MHz ARM1176JZF-S core
RAM	256 MB
Chip Gráfico	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz
Saída de vídeo	Composite, HDMI e Raw LCD
Cartão de memória	SD cards
Portas USB	1
Saída de áudio	Conector de 3.5 mm (Composite), HDMI
Porta de rede	não possui
Power	5V via MicroUSB ou header GPIO
Valor	R\$ 189,90

Fonte: Filipelop (2015)

Raspberry PI 1 Modelo B

Tabela 15 – Especificação do Raspberry PI Geração 1 Modelo B

Especificações	
Processador	700 MHz ARM1176JZF-S core
RAM	256 MB ou 512 MB (compartilhada com GPU)
Chip Gráfico	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz
Saída de vídeo	RCA Composto e HDMI
Cartão de memória	SD cards
Portas USB	2
Saída de áudio	Conector RCA, HDMI
Porta de rede	RJ-45
Power	5V via MicroUSB ou header GPIO
Valor	Não encontrado no mercado

Fonte: multilogica (2014)

Raspberry PI 1 Modelo B+

Tabela 16 – Especificação do Raspberry PI Geração 1 Modelo B+

Especificações	
Processador	700 MHz ARM1176JZF-S core
RAM	256 MB ou 512 MB (compartilhada com GPU)
Chip Gráfico	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz
Saída de vídeo	Composite, HDMI e Raw LCD
Cartão de memória	MicroSD card
Portas USB	4
Saída de áudio	Conector de 3.5 mm (Composite), HDMI
Porta de rede	RJ-45
Power	5V via MicroUSB ou header GPIO
Valor	R\$ 229,90

Fonte: Filipelop (2015)

Raspberry PI 2 Modelo B

Tabela 17 – Especificação do Raspberry PI Geração 2 Modelo B

Especificações	
Processador	900 MHz Quad-core ARM Cortex-7
RAM	1GB
Chip Gráfico	VideoCore IV 3D graphics core
Saída de vídeo	Composite, HDMI e Raw LCD
Cartão de memória	MicroSD card
Portas USB	4
Saída de áudio	Conector de 3.5 mm (Composite), HDMI
Porta de rede	RJ-45
Power	5V via MicroUSB ou header GPIO
Valor	R\$ 279,90

Fonte: Filipelop (2015)

3.4 Aplicações

As utilidades do Raspberry Pi têm se multiplicado, possibilitando desenvolver funcionalidade para facilitar de alguma maneira o dia a dia. Segue uma lista com algumas aplicações em que o Raspberry PI é utilizado:

Otto A câmera Otto funciona como uma máquina fotográfica que cria GIFs (Graphics Interchange Format) ao invés de fotos. A câmera sincroniza com o smartphone de modo que você pode facilmente compartilhar os GIFs (RAUCHWERK GUSTAVO HUBER, 2014).

Professor de braile O projeto MUDRA visa ensinar crianças com deficiência visual a ler em braile, usando um Raspberry PI. O sistema indica sonoramente através de um 'teclado' qual a letra (DAWLE, 2014).

Automação de casas Possibilita ligar e desligar as luzes remotamente ou qualquer outro objeto ligado a casa por meio do Raspberry PI, que também dá o acesso para outros dispositivos o controlarem também (TREACY, 2013).

Servidor web pessoal O Raspberry PI pode ser ligado à internet e ser usado como servidor web, para hospedagem sem ter que pagar taxas mensais, além de ter um consumo de energia bem menor.

Câmera Pi - Camera DSLR com computador embutido Incorpora um Raspberry Pi em uma câmera DSLR (Digital Single-Lens Reflex), permitindo que um fotógrafo transmita para um PC ou tablet, as imagens capturas, sendo que o controle remoto da câmera pode ser através de um smartphone, de qualquer lugar do mundo. Também permite programar a câmera para tirar fotos em intervalos precisos (HUNT, 2012).

Mesa de fliperama Este projeto envolve um pouco de trabalho com madeira, mas o resultado é um mesa de arcade controlada pelo Raspberry Pi que lhe permite jogar seus antigos jogos favoritos de mesa, utilizando uma tela (TREACY, 2013).

BerryTerminal É uma distribuição Linux minimalista que deixa o Raspberry Pi apto a acessar uma rede thin client. Ele permite aos usuários acessar um servidor LTSP (BOS, 2014).

Parte II

Instalação e Configuração

4 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento da monografia, foi feito um levantamento das tecnologias utilizadas, afim de conhecer todos os softwares e suas configurações necessários para a implantação de um ambiente thin client e assim verificar a usabilidade do Raspberry PI como um thin client. Para verificar a usabilidade, foi desenvolvido uma bateria de testes, onde foi utilizado um servidor, um Raspberry PI e também um computador desktop funcionando como thin client.

No servidor foi utilizado o Ubuntu 12.04 LTS que é um sistema operacional de código aberto, construído a partir do núcleo Linux e baseado no Debian(SILBER, 2006). Foi utilizado o software LTSP (Linux Terminal Server Project) para implantação do ambiente thin client, devido a sua ampla comunidade para auxiliar na sua implantação.

Outro motivo para a utilização do LTSP é a existência de distribuição Linux para Raspberry PI que permite aos usuários acessar qualquer servidor LTSP. Essa distribuição é chamada de BerryTerminal. O BerryTerminal é uma pequena distribuição Linux projetada para transformar o Raspberry Pi em um thin client (BOS, 2014).

Os testes foram executados utilizando um servidor com processador Intel i5-4210U com 1,7Ghz com 4 GB de memória RAM DDR3 com velocidade de 1600 Mhz, uma placa gráfica NVIDIA GeForce GT 740M de 2GB e 250GB de HD SSD (Solid-State Drive) com escrita de sequencial de até 520 MB/s.

O Raspberry PI utilizado é o modelo B. E o computador utilizado para comparação possui processador Intel i5-2400 com 3,1Ghz, memória RAM de 8GB DDR3, placa de vídeo off-board 1GB DDR3.

A bateria de testes possui quatro testes, todos possuem o servidor e um thin client ligado por um cabo RJ-45 de um metro. O primeiro teste é feito com o Raspberry PI como thin client usado por um usuário. O segundo teste utiliza um computador como thin client também usado por um usuário. Os dois primeiros testes são feitos para comparar a usabilidade do Raspberry PI em relação ao computador.

O terceiro teste é feito com o Raspberry PI como thin client executando um script simulando as ações de um usuário. O quarto teste é igual ao terceiro mas substituindo o Raspberry PI por um computador. O script utilizando, simula um usuário abrindo vários programas já inclusos na instalação do sistema operacional, como aplicações do LibreOffice (Writer, Calc e o Draw). Também foi iniciado o navegador Firefox e dois games, Sudoku e o Paciência. O script utilizado inicializou as aplicações em tempos predeterminados, que pode ser visto no apêndice ??.

Os dois últimos testes dessa bateria serviram para mostrar uma comparação entre o Raspberry PI e um computador relacionado ao consumo de memória e transferência de dados pela rede. A partir do terceiro teste foram executados scripts no servidor para coletar dados sobre o uso dos recursos. Cada teste foi executado três vezes, afim que gerar uma media de todos os valores obtidos.

5 SERVIDOR

Para que um computador venha a se tornar um servidor LTSP, é necessário instalar um pacote contido em um dos repositórios padrões do Ubuntu. O pacote se chama `ltsp-server-standalone`. No ato da instalação ele menciona outros pacotes que são essenciais para fornecer o serviço aos seus thin clients.

Para a instalação dos pacotes foi utilizado o recurso de `apt-get` que permite a instalação, a atualização de pacotes e a solução das dependências do pacote (UBUNTU, 2014). O comando usado para a instalação do pacote principal LTSP no Ubuntu usando foi:

```
sudo apt-get install ltsp-server-standalone
```

Após a instalação do pacote `ltsp-server-standalone` com suas dependências o computador já possuía todos os serviços e configurações base para executar a função de servidor. Mas foi necessário definir configurações que variam de cada computador usado e de cada rede local.

As alterações foram feitas em arquivos de configuração, para definir qual interface de rede foi disponibilizada para os thin clients acessarem o servidor, configurar o DHCP¹ (Dynamic Host Configuration Protocol) para distribuir os IPs (Internet Protocol) aos computadores. Para determinar qual interface de rede foi usada pelos thin clients, foi alterado o seguinte arquivo:

```
/etc/default/isc-dhcp-server
```

Dentro desse arquivo deve possuir uma variável com o nome de `INTERFACES`. Foi inserida na variável a interface que se comunica com os thin clients. No computador usado para teste foi utilizada a interface “eth0”.

```
INTERFACES = "eth0"
```

O Próximo passo é configurar o serviço de DHCP. A placa de rede ligada aos thin clients deve ter um endereço IP fixo e distribuir para cada cliente um endereço IP, informando a máscara da rede e o gateway padrão. Para configurar o serviço foi acessado o arquivo:

¹ É um protocolo que permite todos os computadores da rede recebam suas configurações de rede automaticamente a partir de um servidor central (MORIMOTO, 2005b).

`/etc/network/interfaces`

Nesse arquivo foi adicionado o trecho apresentado a seguir, caso não exista linhas de configurações para a interface desejada. A linha iniciada com "auto ..." lista as interfaces que devem ser ativadas automaticamente e as demais linhas abaixo possui a configuração da sua respectiva interfaces (MORIMOTO, 2012; BARBOSA,). Foi adicionado as novas configurações no final do arquivo.

```
...
auto eth0
iface eth0 inet static
address 192.168.0.1
netmask 255.255.255.0
network 192.168.0.0
broadcast 192.168.0.255
```

A configuração supracitada foi usada para aproveitar a configuração padrão do pacote `ltsp-server-standalone`. Caso seja necessário alterar alguma das configurações, é necessário modificar o arquivo `dhcpd.conf` que esta localizado no diretório:

`/etc/ltsp/dhcpd.conf`

Nesse arquivo são encontradas as configurações relativas ao serviço de DHCP e também da distribuição de arquivos do servidor aos thin clients. Este arquivo de configuração é próprio do ambiente thin client. As alterações nesse arquivo afetará como o serviço de DHCP do LTSP irá disponibilizar os recursos iniciais aos clientes.

O próximo passo na configuração do servidor LTSP, é a criação da imagem do sistema utilizada pelos clientes LTSP. No entanto, os clientes que acessaram o servidor utilizando o Raspberry PI, tiveram problemas com a interface Unity utilizada por padrão no Ubuntu a partir da versão 11.04. Para solucionar este problema foi alterada a interface padrão do Ubuntu para uma interface Gnome Classic chamada de `gnome-session-fallback`, baixada e instalada com o seguinte comando:

```
sudo apt-get install gnome-session-fallback
```

Com a interface já instalada foi utilizado o seguinte comando para definir a interface do Gnome Classic como a interface padrão:

```
sudo /usr/lib/lightdm/lightdm-set-defaults -s gnome-fallback
```


Com essa alteração já é possível iniciar a criação da imagem do sistema utilizado pelos clientes LTSP. Para a criação da imagem é usado um comando que pode variar de acordo com arquitetura do servidor, e principalmente com a arquitetura dos clientes. O comando para a criação da imagem é:

```
ltsp-build-client
```

Esse comando gerará uma imagem com a mesma arquitetura do SO usado no servidor, mas como o servidor atende clientes que utilizam Raspberry PI com a arquitetura ARM de 32 bits, sendo obrigatório que a imagem gerada seja de 32 bits. Para isso foi utilizado o seguinte comando:

```
ltsp-build-client --arch="i386"
```

O comando `ltsp-build-client` é responsável por gerar o SO a ser usado pelo thin client. Essa criação faz o SO do thin client ser independente do sistema operacional do servidor, deste modo, é possível instalar e remover programas no servidor sem alterar o SO do cliente e vice-versa. Após a criação do SO, é gerada a imagem do mesmo a ser utilizada pelos clientes thin client. O caminho para esse sistema gerado e para a imagem de disco criada, ficam armazenadas em:

```
/opt/ltsp/
```

O comando `ltsp-build-client` pode ser dividido em quatro passos. No primeiro passo ele busca todos os pacotes do SO do servidor. Ao passo dois, já com todos os pacotes necessários ao funcionamento do sistema, é iniciado o processo de descompactação dos pacotes.

No passo três ele irá baixar da internet todos os programas e aplicativos existentes no SO do servidor. Esses programas são instalados e configurados no diretório pertencente ao sistema operacional do thin client. Em seguida, no último passo, ele monta uma imagem de disco que é armazenada em um local que todos os thin clients acessam na hora de sua inicialização.

Com a finalização desse comando, o servidor está apto a iniciar clientes LTSP pela interface de rede selecionada. E as alterações realizadas no SO do servidor, como instalação ou remoção de algum programa, não será repassadas aos clientes, pois são dois sistemas distintos.

Como são dois sistemas operacionais distintos, um para o servidor e outro para os clientes, é possível acessar o SO do cliente para instalar e remover programas usando o terminal. Para efetuar essas modificações no SO do cliente, utiliza-se o seguinte comando:

```
sudo chroot /opt/ltsp/i386/ <comando desejado>
```

Os comandos existentes são limitados devido ao sistema não estar em funcionamento. Um exemplo é acessar a máquina cliente executando o comando de `ifconfig`. Será acusado um erro por não existir interface de rede para o SO informar.

Na execução de comando que gere alguma alteração no SO do cliente, a mesma só poderá ser visualizada após uma atualização na imagem de disco gerada no final do comando `ltsp-build-client`, em um arquivo com a extensão `.img` usado como SO pelos thin clients. Para atualizar esse arquivo, é necessário executar esse comando:

```
sudo ltsp-update-image
```

Esse comando monta a imagem do SO do cliente da mesma maneira do que ocorre no quatro passo da execução do comando `ltsp-build-client`.

Com o conhecimento de todos os passos para a construção de um servidor LTSP, foi desenvolvido um script (disponível no Apêndice A) para a executar de todos os passos, deixando o computador/servidor configurado e pronto para ser usado como servidor LTSP. O script reconhece todas as interfaces de rede e permite escolher a interface que será usada pelos cliente LTSP para o acesso ao servidor.

6 RASPBERRY PI

A tarefa de utilizar um computador como thin client é simples. Basta ir nas configurações de boot, e escolher a opção de inicializa-lo pela rede, algo que existe na maioria dos computadores. Mas alguns computadores antigos não possuem essa opção. Então utiliza-se outro método, que é iniciar o computador através de um CD que possui um programa específico para permitir a inicialização do computador pela rede.

O Raspberry Pi não possui nenhum tipo de software embutido como a BIOS¹ (Basic Input/Output System), ou seja, diferente de um computador que possui a BIOS, o Raspberry Pi de modo geral não pode iniciar boot sem acessar seu modo de armazenamento principal, que é o cartão de memória. Por isso não é possível utilizar o Raspberry PI sem um cartão de memória.

Então, para utilizar o Raspberry PI como thin client, foi usado um SO básico no cartão de memória para que pudesse ser inicializado pela rede, uma solução semelhante a usada em computadores antigos. Sendo assim utilizamos um projeto de chamado de BerryTerminal.

Para isso é necessário baixar o projeto na pagina principal do BerryTerminal disponível em <<http://berryterminal.com/doku.php>>. Com o download da versão comprimida, o processo é simples. Basta descompactar o arquivo dentro do um cartão de memória vazio. Caso use o projeto existente no GitHub, é necessario compilar o projeto executando o build.sh, e transferindo os arquivos de dentro pasta chamada "output", criada após a compilação, para o cartão de memória vazio.

Com isso, já é possível utilizar o Raspberry PI como um thin client. Isso se a saída de video utilizada for com um monitor com entrada Hdmi ou a saída de video secundaria, pois para utilizar o Raspberry PI é necessário que uma das saídas de video estejam conectadas.

Como os testes foram feitos em um laboratório onde os monitores só possuam entradas VGA, foi adquirido um adaptador que transforma a saida HDMI em VGA. Mas a tecnologia usada na saída do HDMI do Raspberry PI não reconhece a conexão feita por um adaptador. Mediante a esse problema, foi alterado o arquivo de configuração dentro do cartão de memória com o nome:

`config.txt`

As configurações adicionadas dentro do arquivo tem o intuito de forçar a o reconhecimento

¹ É um programa de computador pré-gravado em memória permanente (firmware) executado por um computador quando ligado. Ele é o suporte básico de acesso ao hardware (MORIMOTO, 2005a).

do adaptador da maneira correta. Para esse feito foi adicionado três comandos no final do arquivo, cada um com seu respectivo valor.

```
...  
hdmi_force_hotplug=1  
hdmi_group=2  
hdmi_drive=2
```

A utilização do *hdmi force hotplug* com o valor 1 informado que a saída de vídeo será o Hdmi, mesmo que o Raspberry PI não tenha detectado. Isso é necessário porque o Raspberry Pi não identifica o conversor VGA. Com isso é cancelada a porta de saída de vídeo hdmi (VILLA, 2013).

Já o *hdmi group*, controla a resolução e frequência de saída. O valor 1 é usado com monitores de alta definição. E o valor 2 é usado para conectar monitores de computador convencionais (VILLA, 2013).

O *hdmi drive*, altera a tensão da porta de saída, que tem os valores 1 ou 2. O 1 refere-se a tensão para DVI (Digital Visual Interface) sem som, enquanto 2 funciona com som o que é padrão do HDMI (VILLA, 2013).

Os arquivos configurados para Raspberry PI usados na execução dos testes estão disponíveis no apêndice ??.

Parte III

Resultados e Conclusões

7 RESULTADOS OBTIDOS

Durante a implantação do servidor LTSP foi utilizado vários conteúdos existente em paginas web, comunidades e fóruns relacionados ao assunto, como as informações disponibilizadas por Junior (2011), Almeida (2013), Lavender (2014), Morimoto (2005), Xavier (2015) e Dias (2014).

O motivo de usar o Ubuntu 12.04 LTS (Long Term Support) no servidor LTSP ao inves da versão 14.04 LTS, ocorreu pelo fato de na versão 14.04 LTS conter configurações no pacote do gnome-session que tornam obrigatória a aceleração de hardware em computadores que forem inicializados pela rede. Esse é o caso dos thin clients de um servidor LTSP, algo que o Raspberry PI não possui, tornando a versão do Ubuntu inutilizável para os testes.

Na realização dos testes, os resultados de usabilidade não foram favoráveis ao Raspberry PI utilizando o software BerryTerminal. Um problema encontrado no teste de usabilidade, foi impossibilidade de acessar um dispositivo de armazenamento usb, pois o próprio software BerryTerminal não reconhece a conexão.

Mas o problema que conexão o usb vai além do software, o modelo do Raspberry PI utilizado possui um problema de alimentação, onde dependendo do energia solicitada pelo dispositivo conectado via usb, causa uma queda de energia deligando o Raspberry PI por instantes o que na aplicação atual desliga a conexão com o servidor.

Na utilização do computador como thin client, foi possível acessar o dispositivo de armazenamento conectado na entrada usb, tornando possível a transferência de dados entre o servidor e o dispositivo de armazenamento conectado no thin client.

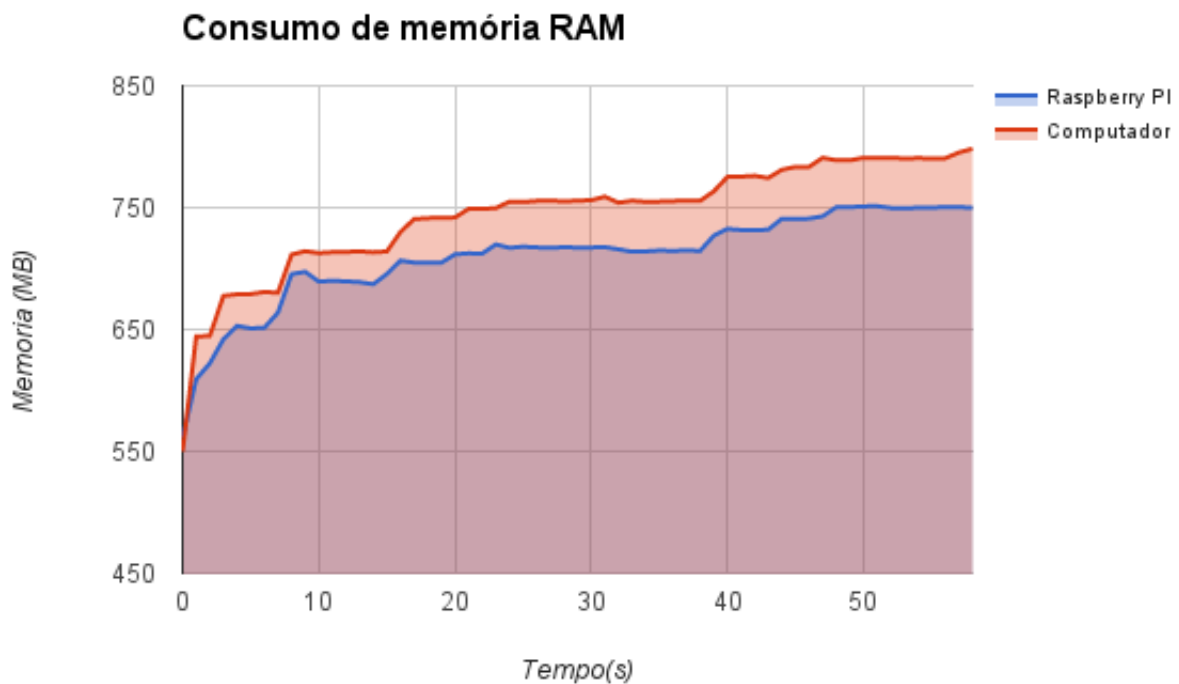
Durante os testes para comparar a usabilidade do computador e Raspberry PI, o computador desempenhou melhor o seu papeu, sem nenhum tipo de delay na renderização da tela. Na utilização do Raspberry PI como thin client, foi notado alguns delay na renderização da tela durante a execução de alguns programas como firefox, Sudoku e o gerenciador de arquivos. O delay pode ser notados durante a inicialização dos programas.

Um ponto marcante na usabilidade, foi a execução de vídeos em stream utilizando o navegador, onde o Raspberry PI deixou muito a desejar, executado vídeos com poucos frames por segundo, piorando o problema quando se reproduzia vídeos em tela cheia. Enquanto o computador desempenhou seu papel corretamente.

No restante dos testes foi utiliza scripts tanto no servidor para coletar as informações do sistema, quanto nos clientes para a execução de programas do sistema para simular a execução de um usuário. Cada teste só é efetuado após o reinicio de todas as maquina para que testes anteriores não interfiram no resultados obtidos.

Já nos testes onde ocorreu a coleta de informações do sistema, pode se notar uma grande semelhança na utilização dos recursos do servidor, em ambos casos. A Figura 1 ilustra a quantidade de memória utilizada do servidor no momento dos testes do Raspberry PI e do computador, ambos sendo utilizados como thin client.

Figura 1 – Quantidade de memória usada no servidor durante o uso do Raspberry Pi com thin client e do computador como thin client



Fonte: Elaborado pelo autor

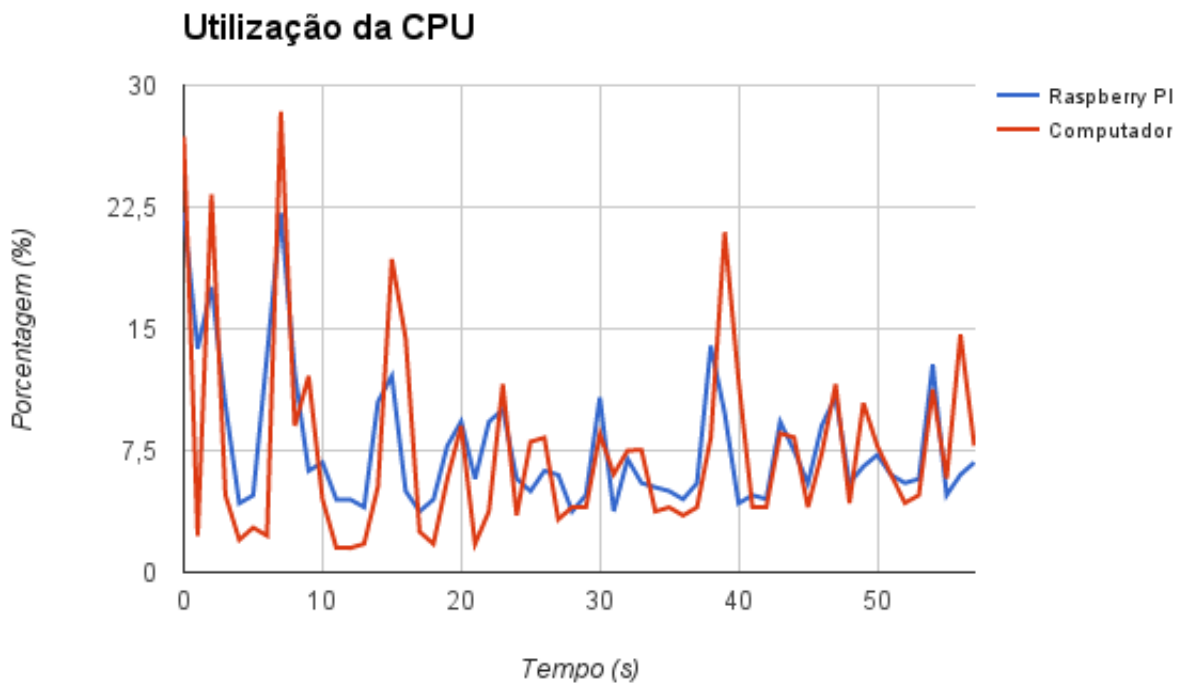
Os dados apresentados na Figura 1 indicam que o Raspberry PI utilizou em quase todo o período do teste uma quantidade menor de memória RAM que o computador, ambos executados nas mesmas condições. Durante a coleta desses dados utilizando o Raspberry PI, o pico de memória foi de 751,2109 MB, enquanto o computador utilizou o teto de 798,3632 MB. Uma razoável diferença, levando em conta que o servidor antes de iniciar os testes utilizava entre 561,1641 MB e 549,8554 MB.

Os dados coletados sobre o uso de CPU mostram uma alternância no período dos testes, onde o Raspberry PI apresentou um resultado mediano em relação ao computador.

A figura 2 ilustra a utilização da CPU durante o período dos testes três e quatro, onde é notado uma alternância entre o computador e o Raspberry PI, no maior uso da CPU. O que indica um equilíbrio entre as ambas partes, já que a diferença é pequena do uso da CPU do servidor solicitada pelos thin clients no mesmo instante do teste.

A ultima informação coletada dos testes está relacionada a transferência de dados

Figura 2 – Percentagem da utilização da CPU do servidor durante o uso do Raspberry Pi com thin client e do computador como thin client



Fonte: Elaborado pelo autor

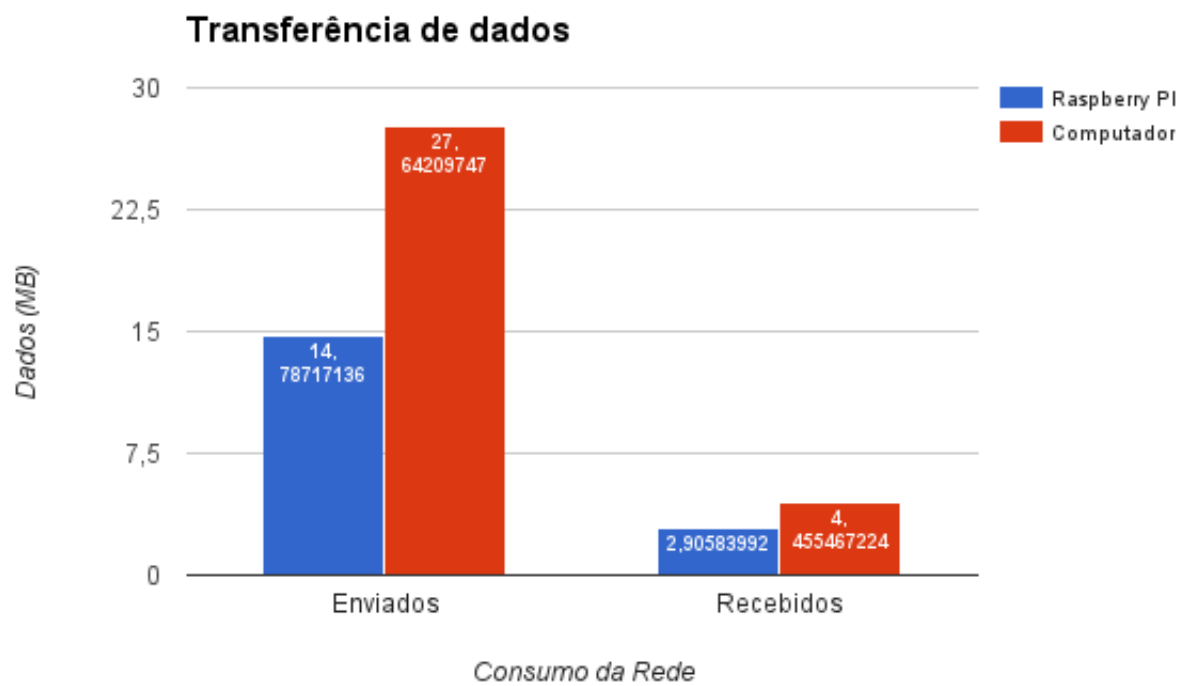
pela rede, tendo em vista que para um melhor desempenho no ambiente thin client, a rede local não pode ficar sobrecarregada. Foi coletada a quantidade de dados transferidos pela interface do servidor no instante de iniciou os testes e outra coleta após o tempo limite dos testes. Sendo assim possível verificar a quantidade de dados enviados e recebidos da interface do servidor usada para a comunicação com os thin clients.

A Figura 3 informa a quantidade de dados enviados e recebidos durante os testes. Lembrando que esses dados foram coletados do servidor.

A Figura 3 apresenta bons resultados na utilização do Raspberry PI como thin client, necessitando apenas 14,78717136 MB de dados enviados do servidor para executar os testes, isso é aproximadamente 53,47% da quantidade solicitada pelo computador no modo thin client. Os resultados continuam favoráveis ao Raspberry PI nos dados que são enviados para o servidor, pois o ele enviou aproximadamente 65,21% de dados que o computador.

As informações apresentadas na Figura 3 indicam que a utilização de Raspberry PI no ambiente thin client torna a rede local menos congestionada, transferindo menos dados e consequentemente ocupando menos largura de banda.

Figura 3 – Quantidade de dados transferidos pela rede durante o uso do Raspberry Pi com thin client e do computador como thin client



Fonte: Elaborado pelo autor

8 CONCLUSÃO

O Raspberry PI modelo B usando o BerryTerminal, traz benefícios ao ambiente thin client, como a diminuição da utilização dos recursos do servidor, a economia de energia utilizada e a economia para criação de infraestrutura de computadores. A sua utilização se enquadra no conceito mais profundo do TI verde, ou Green IT, pois envolvendo uma nova estrutura de refrigeração e um melhor aproveitamento dos espaços físicos.

O Raspberry PI como um thin client, consome também menos memória RAM a cerca de 23,55% que um computador com thin client. Essa diferença em um ambiente com varias maquinas possibilita a inserção de mais Raspberrys PI do que computadores. Além de utilizar uma quantidade menor da banda em sua rede local.

Nos testes executados não foi possível acessar dispositivos de armazenamento conectados via usb no Raspberry PI, dificultando a transferência dos dados utilizados no ambiente thin client. Uma alternativa que viabiliza essa transferência é a conexão do dispositivo no servidor, algo que não é muito aconselhado e muitas vezes não acessível aos usuários.

A usabilidade do Raspberry PI como thin client gerou resultados que não são motivos de elogio, já que ele teve um mal desempenho na execução de vídeos e dificuldades de na exibição da tela como a perda de algumas transições.

No geral, os resultados da comparação entre o computador e o Raspberry PI, ambos como thin client, foram neutros já que o Raspberry PI teve um melhor desempenho na utilização dos recursos e o computador desempenhou um ótimo papel usabilidade e na fluidez da utilização. deixando o resultado equilibrado. Mas como o Raspberry PI possui outras vantagens, como preço e economia de energia, tando diretamente quanto indiretamente. deixando o raspberry com um saldo positivo.

Então é correto afirmar que o Raspberry PI é uma boa opção de thin client, mas vale ressaltar que é preciso verificar qual a finalidade do ambiente thin client, pois o Raspberry PI com o BerryTerminal não é aconselhado em ambientes onde ocorre edição de vídeos ou imagens. Mas altamente recomentado em ambientes onde se utiliza nuvens para o armazenamento dos dados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. F. de. *MONTE SEU PRÓPRIO LTSP (LINUX TERMINAL SERVER PROJECT)*. 2013. Disponível em: <<http://sejalivre.org/monte-seu-proprio-ltsp-linux-terminal-server-project/>>. Acesso em: 28-07-2015. Citado na página 53.
- ATERA. *Thin Client Encore ENTC-1000 p/ terminal Windows/Linux*. 2015. Disponível em: <<http://www.atera.com.br/produto/ENTC-1000/>>. Acesso em: 18-04-2015. Citado na página 28.
- BARBOSA, T. C. R. Ltsp5. Universidade Estadual de Goiás. Disponível em: <http://arquivos.suporte.ueg.br/linux_ltsp.pdf>. Citado na página 46.
- BOS, F. *BerryTerminal*. 2014. Disponível em: <<http://www.berryterminal.com/doku.php>>. Acesso em: 18-03-2015. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 43.
- DAWLE, A. S. S. *Raspberry Pi-Based dispositivo Braille Aprendizagem: Projeto Mudra*. 2014. Disponível em: <<http://technabob.com/blog/2014/04/27/raspberry-pi-braille-learning-device/>>. Acesso em: 30-05-2015. Citado na página 38.
- DELL. *Thin client Dell Wyse D10DP*. 2015. Disponível em: <<http://www.dell.com/br/p/wyse-d10dp/pd>>. Acesso em: 18-04-2015. Citado na página 28.
- DIAS, P. *Como montar um servidor LTSP no Ubuntu*. 2014. Disponível em: <<http://www.prminformatica.com.br/2014/02/montar-servidor-ltsp-no-ubuntu.html>>. Acesso em: 27-07-2015. Citado na página 53.
- FARIA, C. P. de S. *Thin Clients: Soluções, Implementação e Desempenho*. Dissertação (Mestrado) — UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI, 2009. Disponível em: <<http://www.ufpi.br/subsiteFiles/eml/arquivos/files/tcc/clistenes.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.
- FILIPELOP. *EMBARCADOS*. 2015. Disponível em: <<http://www.filipeflop.com/embarcados-ct-93348?pageNum=1&sortBy=1>>. Acesso em: 30-05-2015. Citado 3 vezes nas páginas 36, 37 e 38.
- HEIN, W. *Raspberry Pi aplicado a projetos do mundo real*. Linux Magazine, 2013. Disponível em: <http://www.linuxnewmedia.com.br/images/uploads/pdf_aberto/LM_100_60_65_06_tut_raspberry_pi.pdf>. Acesso em: 28-05-2015. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 34.
- HUNT, D. *Câmara Pi - DSLR Camera com computador embutido*. 2012. Disponível em: <<http://www.davidhunt.ie/raspberry-pi-in-a-dslr-camera/>>. Acesso em: 30-05-2015. Citado na página 38.
- IBM. *Visão Geral sobre a Topologia de Cliente Thin (Windows)*. 2014. Disponível em: <http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSEPGG_9.5.0/com.ibm.db2.luw.qb.client.doc/doc/c0007236.html?lang=pt-br>. Acesso em: 18-07-2015. Citado na página 21.

JUNIOR, H. N. P. *FUNCIONAMENTO DO LTSP E INSTALAÇÃO DO SERVIDOR*. 2011. Disponível em: <<http://www.vivaolinux.com.br/artigo/Instalacao-e-configuracao-do-LTSP-5-no-Ubuntu-11.04>>. Acesso em: 27-07-2015. Citado na página 53.

LAVENDER, H. *Como montar um servidor LTSP no Ubuntu*. 2014. Disponível em: <<http://www.uzerp.com/blog/running-raspberry-pis-as-thin-clients-with-ubuntu-14-04-lts/>>. Acesso em: 27-07-2015. Citado na página 53.

LINUX SUPPORT. *Configuração do NIS*. 2007. Disponível em: <<http://www.linuxsupport.com.br/configuration/nis.html>>. Acesso em: 27-10-2015. Citado na página 22.

LOJA WT. *Thin Client Nc600*. 2015. Disponível em: <<http://www.lojawt.com.br/informatica/thin-client-nc600.html>>. Acesso em: 18-04-2015. Citado na página 28.

LTSP.ORG. *Introduction to LTSP*. 2014. Disponível em: <<http://www.ltsp.org/>>. Acesso em: 20-05-2015. Citado na página 22.

MICROSOFT. *Desktop Virtualization*. [S.l.], 2011. Citado na página 30.

MORIMOTO, C. *Redes e servidores Linux: guia prático*. [S.l.]: Sul Editores, 2005. ISBN 9788520504048. Citado na página 53.

MORIMOTO, C. *A revolução do Raspberry Pi*. 2012. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/artigos/raspberrypi/>>. Acesso em: 28-05-2015. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 46.

MORIMOTO, C. *SERVIDORES LINUX - GUIA PRATICO*. [S.l.]: SULINA, 2013. ISBN 9788599593134. Citado na página 21.

MORIMOTO, C. E. *BIOS*. 2005. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/termos/bios>>. Acesso em: 27-10-2015. Citado na página 49.

MORIMOTO, C. E. *DHCP*. 2005. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/termos/dhcp>>. Acesso em: 27-10-2015. Citado na página 45.

MORIMOTO, C. E. *PXE*. 2005. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/termos/pxe>>. Acesso em: 27-10-2015. Citado na página 22.

MULTILOGICA. *Raspberry Pi modelo B - 512 Mb (descontinuado)*. 2014. Disponível em: <<https://multilogica-shop.com/raspberry-pi-modelo-b>>. Acesso em: 08-05-2015. Citado na página 37.

RASPBERRY PI FOUNDATION. *WHAT IS A RASPBERRY PI?* 2015. Disponível em: <<http://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>>. Acesso em: 25-03-2015. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 35.

RASPBERRY PI PORTUGAL. *RASPBERRY PI MODELO A*. 2013. Disponível em: <<http://raspberrypiportugal.com/modelos/raspberry-pi-modelo-a/>>. Acesso em: 30-05-2015. Citado na página 36.

RAUCHWERK GUSTAVO HUBER, T. D. D. *Meet OTTO - The Hackable GIF Camera*. 2014. Disponível em: <<https://www.kickstarter.com/projects/1598272670/meet-otto-the-hackable-gif-camera>>. Acesso em: 30-05-2015. Citado na página 38.

- REDAÇÃO GALILEU. *Raspberry Pi – o computador que custa 25 dólares*. 2015. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI330119-17770,00-RASPBERRY+PI+O+COMPUTADOR+QUE+CUSTA+DOLARES.html>>. Acesso em: 18-07-2015. Citado na página 34.
- RICHARDS, D. *Linux Thin Client Networks Design and Deployment*. [S.l.]: Packt Publishing, 2007. (From technologies to solutions). ISBN 9781847192059. Citado na página 22.
- ROBO LIVRE. *Arquitetura ARM*. 2011. Disponível em: <http://robolivre.org/uploads/documentos/arquiteturas-de-computadores/ARM-2011-08-08_1_1343264119.pdf>. Acesso em: 27-10-2015. Citado na página 33.
- SILBER, J. *Q&A: Canonical's Jane Silber says upcoming Ubuntu Linux to be enterprise-ready*. 2006. Disponível em: <<http://www.computerworld.com/article/2554755/linux/q-a--canonical-s-jane-silber-says-upcoming-ubuntu-linux-to-be-enterprise-ready.html>>. Acesso em: 27-10-2015. Citado na página 43.
- SOURCEFORGE.NET. *About DRBL*. 1999. Disponível em: <<http://drbl.org/>>. Acesso em: 20-05-2015. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.
- TANENBAUM, A. *Sistemas operacionais modernos*. [S.l.]: Prentice-Hall do Brasil, 2010. ISBN 9788576052371. Citado na página 21.
- THIN CLIENT BRASIL. *O que é thin client?* 2015. Disponível em: <<http://www.thinclientbrasil.com/thin-client.php>>. Acesso em: 18-05-2015. Citado 5 vezes nas páginas 25, 26, 27, 29 e 30.
- THINCLIENTBRASIL. Apresentação tcbr soluções. Mensagem Pessoal. 2015. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 31.
- THINCLIENTBRASIL. *Como funciona o thin client?* 2015. Disponível em: <<http://www.thinclientbrasil.com/thin-client/como-funciona-thin-client.php>>. Acesso em: 18-07-2015. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.
- THINSTATION. *FAQ*. 2014. Disponível em: <<https://github.com/Thinstation/thinstation/wiki/FAQ>>. Acesso em: 26-05-2015. Citado na página 23.
- TREACY, M. *20 Awesome Projects for Raspberry Pi Microcomputers*. 2013. Disponível em: <<http://www.treehugger.com/slideshows/gadgets/20-awesome-projects-raspberry-pi-microcomputers/page/20/>>. Acesso em: 28-05-2015. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 39.
- TUZI, F. *DRBL: A quick and easy thin client server*. 2006. Disponível em: <<http://archive09.linux.com/feature/57273>>. Acesso em: 25-05-2015. Citado na página 23.
- UBUNTU. *Package management with APT*. 2014. Disponível em: <<https://help.ubuntu.com/community/AptGet/Howto>>. Acesso em: 07-10-2015. Citado na página 45.
- UPTON, E.; HALFACREE, G.; PASCHOA, C. *Raspberry Pi – Manual do Usuário*. [S.l.]: NOVATEC, 2013. ISBN 9788575223512. Citado na página 33.

VILLA, L. *TUTORIAL RASPBERRY PI – USO DE CONVERTIDORES HDMI-VGA*. 2013. Disponível em: <<https://geekytheory.com/tutorial-raspberry-pi-uso-de-conversores-hdmi-vga/>>. Acesso em: 10-06-2015. Citado na página 50.

XAVIER, D. V. *Utilização e Operação do NFS*. 1996. Disponível em: <<http://www.di.ufpe.br/~flash/resultados/cursos/taais/1996-1/danise/paper3.html>>. Acesso em: 27-10-2015. Citado na página 22.

XAVIER, K. S. *Configurando a Rede e o Servidor DHCP - LTSP (Terminais Leves) - Parte 2*. 2015. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/configurando-a-rede-e-o-servidor-dhcp-ltsp-terminais-leves-parte-2/22052>>. Acesso em: 27-07-2015. Citado na página 53.

Apêndices

APÊNDICE A – SCRIPT PARA CRIAR SERVIDOR LTSP

```
#!/bin/bash

# author Felipe Lima Moraes - Graduando de Ciência da Computação
CHOICE_INTERFACE_DIR=/etc/default/isc-dhcp-server
CONF_INTERFACE_DIR=/etc/network/interfaces

NEW_CONF=ConfInterface
NEW_CONF_BAK=ConfInterface.backup

if [[ $EUID -ne 0 ]]; then
    echo "This script must be run as root" #1>&2
else
    INSTALL_PACKAGE=ltsp-server-standalone

    clear
    echo " update packages"
    sleep 1
    sudo apt-get install update

    clear
    echo " upgrade of packages"
    sleep 1
    sudo apt-get upgrade -y

    clear
    echo " download/install package ltsp-server-standalone install"
    sleep 2
    sudo apt-get install $INSTALL_PACKAGE -y

    sudo apt-get install gnome-session-fallback -y
    sudo/usr/lib/lightdm/lightdm-set-defaults -s gnome-fallback
```

```

    if ((1<<32)); then
        echo your 64bits system
        ltsp-build-client --arch="i386"
    else
        echo you 32bits system
        ltsp-build-client
    fi
clear
# ALTER /etc/default/isc-dhcp-server
connect=$(ifconfig | grep -E encap | awk -F 'Link' '{print $1 }' \
| awk -F '$' '{print $1 }')
echo "choose the interface to the LTSP environment?"
echo ""
select result in $connect
do
if [ -n "$result" ]; then

INTERFACE=$result
sed -i 's/INTERFACES\=.*\/INTERFACES\=\\\"'$result'\\\"/g' $CHOICE_INTERFACE_DIR
break
fi
done

# BACKUP / ALTER /etc/network/interfaces

(cat $NEW_CONF) > $NEW_CONF_BAK

sed -i 's/???/'$result'/g' $NEW_CONF

(cat $NEW_CONF) >> $CONF_INTERFACE_DIR

(cat $NEW_CONF_BAK) > $NEW_CONF

rm $NEW_CONF_BAK

clear
echo "click ENTER to restart the system"
read
sudo reboot

```

fi

Anexos

