



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

LAERCIO DE LIMA LOPES

**LIXO ELETRÔNICO: TRANSFORMAÇÃO DE COMPUTADORES OBSOLETOS
EM DISPOSITIVOS DE REDES**

**PICOS-PI
2017**

LAERCIO DE LIMA LOPES

**LIXO ELETRÔNICO: TRANSFORMAÇÃO DE COMPUTADORES OBSOLETOS
EM DISPOSITIVOS DE REDES**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, da Universidade Federal do Piauí – UFPI, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros, como requisito parcial para obtenção do grau de Graduado em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof.^o Fredison Muniz de Sousa.

PICOS-PI

2017

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca José Albano de Macêdo

L8641 Lopes, Laercio de Lima.

Lixo eletrônico: transformação de computadores obsoletos em dispositivos de rede / Laercio de Lima Lopes– 2017.

CD-ROM : il.; 4 ¾ pol. (58 f.)

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Bacharelado em Sistemas de Informação) – Universidade Federal do Piauí, Picos, 2017.

Orientador(A): Prof. Esp. Fredson Muniz de Sousa

1. Lixo Eletrônico-Meio Ambiente. 2. Dispositivos de Redes. 3.Computadores Obsoletos. I. Título.

CDD 004.2

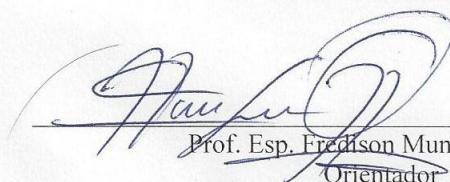
LIXO ELETRÔNICO: TRANSFORMAÇÃO DE COMPUTADORES OBSOLETOS EM
DISPOSITIVOS DE REDES

LAERCIO DE LIMA LOPES

Monografia APROVADA como exigência parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Sistemas de Informação.

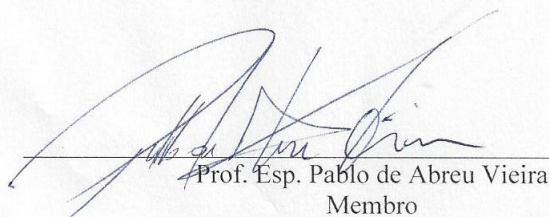
Data de Aprovação

Picos – PI, 23 de JANEIRO de 2017



Prof. Esp. Edilson Muniz de Sousa
Orientador

Patricia Vieira da Silva Barros
Prof.^a Ma. Patricia Vieira da Silva Barros
Membro



Prof. Esp. Pablo de Abreu Vieira
Membro

*Não faz sentido olhar para trás e pensar: devia ter feito isso ou aquilo, devia ter estado lá.
Isso não importa. Vamos inventar o amanhã, e parar de nos preocupar com o passado.*

Steve Jobs

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela oportunidade de chegar até o final da graduação, me dando discernimento, garra e coragem para concluir cada período do curso. Pela oportunidade de ter conhecido pessoas especiais às quais guardarei na memória e no coração. Por me fazer acreditar que eu era capaz, e que mesmo nos momentos difíceis jamais pensaria em desistir.

Meu agradecimento todo especial a minha família, minha base, minha sustentação em todos os sentidos, que mesmo distante me incentivavam, o que servia de combustível na minha caminhada. Aos meus pais Amado Joaquim Lopes (in memoria) que deve está feliz e orgulhoso ao lado do pai celestial e Irene de Lima Lopes, mulher de fibra, que foi o espelho para mim nessa jornada, me ajudando, apoiando e incentivando sempre. A minha filha Bianca Bárbara, pedaço de mim. Aos meus irmãos Irenilson Lopes, Celso Lopes e Amanda Bárbara, obrigada pela torcida. Aos meus tios (as), primos (as), sobrinhos (as) e cunhados (as) e de modo especial a minha tia, madrinha e mãe Jovelina Lima.

A minha noiva Maysa Mayanne, por apoiar e acreditar na minha capacidade, pela paciência nos momentos tensos e estressantes, obrigado pelo apoio incondicional. A dona Edimilcia, sogra muito obrigado pela confiança e pelo apoio.

Aos meus amigos e colegas que incentivaram, torceram e me apoiaram em todas as circunstâncias.

Aos professores pelos anos de boa convivência, troca de informações e disponibilidade, o que fora de muito valor ao longo desses anos.

RESUMO

Com a redução dos preços e a popularização dos dispositivos eletrônicos, tornou-se interessante e necessário à busca de novas alternativas para o aproveitamento dos equipamentos que se tornaram obsoletos num curto espaço de tempo, por conta da inovação constante e a grande expansão tecnológica, podendo ser descartado no meio ambiente como lixo eletrônico, mesmo estando em funcionamento. Este trabalho visa transformar computadores obsoletos funcionando, em dispositivos de redes (roteadores, *gateway*, ponto de acesso), tornando-os funcionais, para atender as necessidades dos setores em que serão utilizados, sejam estas instituições de caridades, órgãos públicos, comunidades carentes, residências ou até mesmo empresas de pequeno e médio porte. De forma geral a solução apresentada obteve resultados satisfatórios dentro das possibilidades do equipamento, porém necessitando de melhorias, tais como implementação do serviço de roteador wireless, dentre outros. Desta forma, verificou-se que este tipo de computador em funcionamento que viraria lixo eletrônico foi capaz de realizar todas as funções propostas (roteador de internet, servidor de arquivos na rede, criação de rede VPN), valorizando e afirmando que este tipo de trabalho é uma boa solução para o problema do aumento do descarte de resíduos tecnológicos.

Palavras-chave: Lixo eletrônico, Dispositivos de Redes, Meio Ambiente.

ABSTRACT

With the reduction of prices and the popularization of electronic devices, it became interesting and necessary to search for new alternatives to take advantage of the equipment that became obsolete in a short period of time, due to the constant innovation and the great technological expansion. Disposed of in the environment as electronic waste, even if it is in operation. This work aims to transform obsolete computers running on network devices (routers, gateway, access point), making them functional, to meet the needs of the sectors in which they will be used, whether these charities, public agencies, poor communities, Residences or even small and medium-sized businesses. In general, the presented solution obtained satisfactory results within the possibilities of the equipment, but needing improvements, such as implementation of the wireless router service, among others. In this way, it was verified that this type of computer in operation that would become electronic junk was able to perform all the proposed functions (internet router, file server in the network, creation of VPN network), valuing and affirming that this type of work is a good solution to the problem of increasing the disposal of technological waste.

Key-words: *Electronic Junk, Networking Devices, Environment.*

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IMG	: Abreviação para a palavra Imagem
3G	: Terceira Geração
ABDI	: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial.
ABNEE	: Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT	: Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMD	: <i>Advanced Micro Devices</i>
AP	: <i>Access Point</i>
CPU	: <i>Central Processing Unit</i>
DDNS	: <i>Dynamic Domain Name System</i>
DHCP	: <i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>
DLNA	: <i>Digital Living Network Alliance</i>
DUT	: <i>Device Under Test</i>
FTP	: <i>File Transfer Protocol</i>
GB	: <i>Giga Byte</i>
GNU	: <i>Gnu's Not Unix</i>
GRUB	: <i>Grand Unified Bootloader</i>
HD	: <i>Hard Disk</i>
ICMP	: <i>Internet Control Message Protocol</i>
IP	: <i>Internet Protocol</i>
IPSEC	: <i>IP Security Protocol</i>
L2TP	: <i>Layer 2 Tunneling Protocol</i>
MAC	: <i>Media Access Control</i>
MBPS	: Megabit por Segundo
MP3	: <i>MPEG Layer 3</i>

ONG : Organização Não Governamental

ONU : Organização das Nações Unidas

OS : *Operating System*

OSI : *Open Systems Interconnection*

P2P : *Peer-To-Peer*

PC : *Personal Computer*

PCI : *Peripheral Component Interconnect*

PING : *Packet Internet Grouper*

PNRS : Política Nacional de Resíduos Sólidos

PPTP : *Point to Point Tunneling Protocol*

PS3 : *PlayStation 3*

RAM : *Random Access Memory*

RFC : *Request for Comments*

ROM : *Read Only Memory*

SDP/MDIC : Secretaria de Desenvolvimento da Produção do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

SMB : *Server Message Block*

SSH : *Secure Shell*

TCP/IP : *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*

TV : Abreviação da palavra Televisão.

UDP : *User Datagram Protocol*

UEPG : Universidade Estadual de Ponta Grossa

USB : *Universal Serial Bus*

UTP : *Unshielded Twisted-Pair*

VPN : *Virtual Private Network*

WI-FI : *Wireless Fidelity*

WLAN : *Wireless Local Area Network*

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Ilustração da quantidade de equipamentos mais vendidos em 2014 no Brasil.....	29
Figura 02: Situação de empilhamento de lixo eletrônico.....	30
Figura 03: Imagem do PC montado para desenvolvimento do trabalho.....	34
Figura 04: Imagem do PC direcionando boot para pen drive no SETUP.....	35
Figura 05: Figura X: Imagem do PC com o OpenWrt rodando normalmente após.....	36
Figura 06: Imagem do acesso a página de configurações do OpenWrt no computador.....	36
Figura 07: Configuração do arquivo do firewall do computador.....	40
Figura 08: Visualização do compartilhamento de arquivos no computador como AP	40
Figura 09: IPERF como servidor.....	42
Figura 10: IPERF como cliente.....	42
Figura 11: Imagem da figura da ferramenta Jperf.....	43
Figura 12: Teste de envio/recebimento de pacotes TCP cliente/servidor (computador transformado em dispositivo de rede); com dois fluxos simultâneos de dados.....	46
Figura 13: Resultado do teste 1ª situação.....	47
Figura 14: Teste de envio/recebimento de pacotes UDP cliente/servidor (computador transformado em dispositivo de redes; com dois fluxos simultâneos de dados.....	48
Figura 15: Resultado do teste 2ª situação.....	48
Figura 16: Teste de envio/recebimento de pacotes TCP cliente/servidor (Roteador TPLINK-WR740N).....	49
Figura 17: Resultado do teste 1ª situação Roteador TPLINK	50
Figura 18: Teste de envio/recebimento de pacotes TCP cliente/servidor (Roteador TPLINK-WR740N); com dois fluxos simultâneos de dados.....	51
Figura 19: Resultado do teste 2ª situação Roteador TPLINK.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Composição química presente na fabricação de um microcomputador.....	26
Tabela 02: Configuração do PC para teste.....	34
Tabela 03: Características do roteador TL-WR740N.....	44
Tabela 04: Características do computador transformado em dispositivo de rede.....	45
Tabela 05: Tabela com dos dados padrão dos testes.....	46
Tabela 06: Apresentação dos resultados dos testes.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Com dados dos resultados da pesquisa.....	53
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Objetivo Geral.....	17
1.2 Objetivos Específicos.....	17
1.3 Justificativa.....	18
1.4 Organização do Trabalho.....	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1 Evolução dos computadores.....	20
2.2 Redes sem fio e redes cabeadas.....	21
2.3 Dispositivos de rede.....	23
2.4 Sistemas Embarcados.....	25
2.4.1 OpenWrt.....	25
2.4.2 Configuração de serviços no OpenWrt.....	26
2.4.3 Vantagens e desvantagens de usar OpenWrt.....	26
2.5 Lixo Eletrônico.....	27
2.5.1 A relação homem, natureza e tecnologia.....	29
2.5.2 Reciclagem do lixo computacional.....	29
2.5.3 Efeitos nocivos à saúde e o meio ambiente.....	32
3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	34
3.1 Transformando computadores obsoletos em dispositivos de redes.....	34
3.2 Configurando Rede VPN no OPenWrt.....	38
3.3 Configurando compartilhamento de arquivos em redes com OpenWrt.....	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
4.1 Pontos de Medição.....	42
4.2 Comparação dos modelos de roteadores cabeados.....	44
4.3 Teste Utilizando a ferramenta JPERF/IPERF.....	46
4.4 Resultados.....	53
CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....	55
REFERENCIAS E FONTES.....	57

1. INTRODUÇÃO

O uso da tecnologia vem facilitando a vida do homem há bastante tempo. Visto que a cada ano a tecnologia fica mais responsável em prover melhorias, nos mais variados aspectos e setores da sociedade. O aumento do poder aquisitivo e a popularização dos dispositivos eletrônicos, explica o porquê da busca ao acesso a estas tecnologias.

O lixo eletrônico é um problema que cresce, na mesma proporção dos avanços tecnológicos ou até mesmo em números maiores. De acordo com Ferreira; et. al. (2010), os resíduos eletrônicos representam mais de 5% de todo o lixo produzido pela humanidade.

Segundo *Spitzcovsky* (2015) na América Latina, o Brasil produz uma média global de 7 Kg de lixo eletrônico por habitante, esse número deve aumentar em breve, porém, a indústria eletrônica continua em expansão. Até o final do ano de 2017 espera-se que o número de computadores existentes no país cresça significativamente, com uma média de um computador para cada habitante.

Segundo Campos e Oliveira (2012), muitas vezes o resíduo eletrônico não é lixo. Direcioná-lo para quem precisa pode estender sua vida útil, e pode ter algum efeito na redução da demanda por produção mundial.

Segundo a *Symantec* (2006), o uso das redes de computadores está se multiplicando à medida que a qualidade das mesmas vai melhorando e os preços dos equipamentos vão se tornando mais acessíveis. Diante dessa necessidade eminente do uso das redes e a preocupação com a poluição do meio ambiente com o lixo eletrônico, o trabalho de transformar computadores obsoletos que estejam em funcionamento em dispositivos de redes (roteador, switch, bridge), surge como uma boa solução para este problema.

Boa parte dos recursos oferecidos pelas redes de computadores tais como compartilhamento de arquivos e de impressoras, conexão por acesso remoto, compartilhamento da conexão com a internet e configuração de *firewall*¹, são serviços que dependem de dispositivos de redes como os roteadores, e, por sua vez, variam de acordo com a capacidade de processamento, ou seja, assim como os

¹ Um dispositivo de segurança da rede que monitora o tráfego que entra e sai da sua rede

computadores eles possuem processador, memória RAM², memória flash³ e um sistema operacional. Diante dessas informações e através de pesquisas, foi comprovada a possibilidade de transformação de computadores obsoletos em dispositivos de redes, haja vista suas características básicas serem parecidas.

Segundo *Tanenbaum* (2011), por existir uma grande quantidade de dispositivos de redes, vale a pena examiná-los em conjunto para se verificar quais são as semelhanças e as diferenças entre eles. O autor faz referência aos repetidores, *hubs*, pontes, *switches*, roteadores e *gateways*.

Contudo, o trabalho visa aproveitar os principais componentes do computador na transformação de um dispositivo de rede alternativo de baixo custo, que funcionará de forma parecida com roteadores convencionais, gateways e pontos de acesso *wireless*⁴, que dependendo da configuração da máquina utilizada no trabalho, e que, sendo obsoleta pode dispor de maior capacidade de otimização e melhor desempenho.

1.1 Objetivo Geral

É desenvolver uma alternativa, que possa minimizar a grande quantidade de lixo eletrônico, descartada de forma incorreta no meio ambiente, tornando viável o reaproveitamento de computadores, considerados obsoletos pelos usuários, transformando-os em dispositivos de redes (Roteadores, *Gateways*, Ponto de Acesso *Wireless*).

1.2 Objetivos específicos

- Identificar as características quanto às configurações de computadores considerados obsoletos (funcionando) por seus usuários. A partir dessas informações. Verificar a possibilidade da sua utilização como dispositivos de redes.

² Tipo de memória que permite a leitura e a escrita, utilizada como memória primária em sistemas eletrônicos digitais.

³ Memória de computador que mantém informações armazenadas sem a necessidade de uma fonte de energia.

⁴ Uma Rede sem fio

- Pesquisar sobre as funcionalidades, instalação e configurações do *OpenWrt*⁵ em dispositivos de redes, de forma específica em computadores com baixa configuração.
- Viabilizar a substituição do dispositivo de armazenamento (Disco Rígido) do computador, por memória *flash* (pen drive), para ganho de velocidade e redução de custo.
- Apresentar de forma detalhada os custos em reais (R\$), e os resultados dos testes de desempenho do computador como dispositivos de redes.

1.3 Justificativa

A evolução acelerada dos equipamentos a cada dia faz com que computadores sejam mais rapidamente descartados pelos usuários que sempre buscam os modelos mais recentes do mercado, por conta de diversos fatores dentre eles a baixa configuração do computador para rodar aplicações mais robustas e o alto preço em consertos ou manutenções nestes computadores. O grande problema é o que fazer com os computadores considerados obsoletos pelos usuários? Como contribuir para que não sejam transformados em mais lixo eletrônico?

Com receio de que uma grande quantidade de lixo eletrônico venha a ser descartado de forma incorreta e irresponsável, poluindo o meio ambiente, o trabalho de transformar computadores obsoletos em dispositivos de redes visa reaproveitar estes equipamentos.

Muitos podem ser os beneficiários do trabalho. Desde os donos dos equipamentos, até instituições de caridades, comunidades carentes, ONG'S sem fins lucrativos, instituições públicas, empresas de pequeno porte.

1.4 Organização do trabalho

Para atender os objetivos do estudo, o trabalho foi organizado em cinco capítulos. No primeiro capítulo está a introdução, onde se aborda o aumento do lixo eletrônico no meio ambiente, as alternativas para solução do descarte do lixo computacional, a reciclagem do lixo computacional. A descrição da reutilização de computadores considerados obsoletos pelos seus usuários como alternativa em

⁵ É um sistema operacional de distribuição GNU/Linux para pontos de acesso como, por exemplo, roteadores.

transformá-los em dispositivos de redes e implementar serviços importantes nos mesmos.

Na parte introdutória também é contextualizado os conceitos de redes de computadores e sua importância, descrição dos principais dispositivos de redes e *firmware*⁶ utilizado nestes equipamentos, seguida dos objetivos gerais para realização do trabalho e justificativa da escolha do tema abordado.

O segundo capítulo apresenta o referencial teórico, mostrando os principais conceitos utilizados no trabalho. O terceiro capítulo discorre sobre o desenvolvimento do trabalho.

No quarto capítulo, é trazido como proposta os resultados e discussões gerados no que se propôs a fazer no trabalho. Por fim no quinto capítulo, são apresentadas as considerações finais, exposição do que de mais relevante foi possível detectar com este estudo e abordagem de futuros trabalhos que possam ser realizados para dar continuidade à proposta apresentada.

⁶ Software Embarcado

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são abordados os conceitos e a importância das redes de computadores, as principais diferenças entre redes cabeadas e redes sem fio, as características funcionais dos dispositivos de redes. Ainda neste capítulo é discorrido sobre os sistemas embarcados, mais precisamente sobre o *OpenWrt*, possibilidade de configurações de serviços, vantagens e desvantagens da opção pelo seu uso. Por fim trata da questão do lixo eletrônico, da relação do homem com a natureza e a tecnologia, bem como enfatiza a alternativa sustentável da reciclagem do lixo eletrônico, além de explanar os efeitos nocivos do mesmo para com o meio ambiente e para com os seres humanos.

2.1 Evolução dos computadores

Nota-se que a computação trata-se de uma ciência ainda jovem, mas que possui uma história bastante significativa, marcada por evolução contínua, atingindo todos os setores da sociedade.

O surgimento do computador segundo *Bottentuit Júnior (2012)* foi um divisor de águas que revolucionou o mundo, trazendo muitas facilidades ao homem, bem como automatizando rotinas em todas as áreas do saber.

Conforme *Aguiar et al. (2014)* a evolução dos computadores se divide em 5 gerações distintas, a conferir:

- Primeira geração é marcada pelo aparecimento de equipamentos e a utilização de válvulas eletrônicas⁷.
- Segunda geração foi originada com a revolução dos transistores⁸ que vieram as volumosas válvulas.
- Terceira geração, nesta marcada pela substituição dos transistores pelos circuitos digitais⁹.

⁷ Componente eletrônico que consiste basicamente por um invólucro de vidro, metal ou cerâmica á vácuo ou algum tipo de gás, com vários elementos metálicos internos chamados de anodo, catodo, grade e filamento.

⁸ Componente de circuito elétrico, cujo nome vem do termo transfer resistor, ou seja, resistor de transferência, que se tornou popular nos anos de 1950, sendo ele o grande responsável pela revolução da eletrônica. Uma de suas principais funções é a de aumentar e chavear os sinais elétricos.

⁹ São circuitos eletrônicos que baseiam o seu funcionamento na lógica binária, em que toda a informação é guardada e processada sob a forma de zeros (0) e uns (1).

- Aguiar et al. (2014) complementa que a quarta geração foi marcada pelo surgimento dos microprocessadores¹⁰ e a redução no tamanho dos computadores.
- Na quinta geração foi originada pela inteligência computacional e seu poder de conectividade com os mais diversos dispositivos, a filosofia desta geração é utilizada nos dias atuais em busca de novas tecnologias para o avanço da informática.

Segundo *Uehara* (2011) o primeiro microprocessador comercial do mundo foi desenvolvido pela empresa Intel em 1971. Nessa época, os dispositivos eletrônicos, possuíam chips¹¹ separados para controle do teclado, *display*¹² e demais funções. Com este, todas essas características foram incorporadas em um único chip e foi batizado de Intel 4004.

Atualmente, a maioria dos sistemas eletrônicos possui um microprocessador internamente: fornos de micro-ondas, televisões de LCD, DVD *players*, MP3 *players*, dispositivos de injeção eletrônica de combustíveis para motores, lavadoras de pratos, máquinas de lavar roupas, aparelhos de CD, videogames, entre outros.

2.2 Redes sem fio e redes cabeadas

Segundo *Lucca* (2010) mesmo com o avanço tecnológico e com as indústrias disseminando milhares de modelos de equipamentos mais eficientes e potentes, ainda é cedo afirmar que as de redes sem fio possam substituir as redes cabeadas de forma completa. As redes locais cabeadas, possuem vida longa e tem seu papel fundamental em ambientes de TI (Tecnologia da Informação) sendo essencial na interconexão de roteadores e servidores, e principalmente nos Pontos de Troca de Tráfego (PTT)¹³.

As redes locais *wireless* foram desenvolvidas para se comportarem de forma parecida com as redes locais cabeadas, a diferença entre elas é a forma de conexão aos pontos de acesso onde uma utiliza-se de ondas eletromagnéticas (são ondas que se propagam em dois campos variáveis: um elétrico e outro

¹⁰ Circuito integrado (“chip”) capaz de executar instruções, tendo com sua principal parte a Unidade Central de Processamento (CPU).

¹¹ Dispositivo microeletrônico que consiste de muitos transístores e outros componentes interligados capazes de desempenhar muitas funções.

¹² Dispositivo para a apresentação de informação, de modo visual ou táctil.

¹³ É uma interconexão física entre dois ou mais provedores de Internet para troca de tráfego entre suas redes

magnético) e a outra através do cabeamento. No entanto, ambas são desenvolvidas com o objetivo de o usuário não sofrer impactos negativos como perda de desempenho e velocidade com a sua utilização.

De acordo com Bof (2010) uma rede sem fio se refere a uma rede de computadores sem a necessidade do uso de cabos. A ligação é feita por meio de equipamentos que usam radiofrequência (comunicação via ondas de rádio) ou comunicação via infravermelho. O uso mais comum dessa tecnologia é em redes de computadores, servindo como meio de acesso a Internet, através de locais remotos como um escritório, um restaurante ou até mesmo em casa.

- Redes Cabeadas, segundo Maudonet (2007), as principais vantagens da utilização das redes locais cabeadas e sem fio, são as seguintes: Redes Lan¹⁴:
 - Compartilhamento de dados¹⁵, softwares e periféricos entre os diversos departamentos;
 - Meio eficiente de comunicação e transito de mensagens, com altas taxas de transmissão, baixa taxa de erro e acesso privado;
 - Descentralização dos sistemas computacionais;
- Redes sem fio
 - Informação em tempo real em qualquer local (ambiente) da organização;
 - Facilidade e flexibilidade na sua instalação e utilização;
 - Certa diminuição de custos em eventuais mudanças no layout da organização.

As tecnologias de redes cabeadas e sem fio, apresentam certas vulnerabilidades. Ataques que exploram estas falhas são restritos às próprias redes cabeadas. Existem alguns problemas de segurança ainda mais relevantes que devem ser considerados quando se trata do uso de *WLANs*. Neste tipo de rede, qualquer equipamento adequado poderá capturar os dados trafegados na mesma. Além disso, por serem simples de instalar e configurar, muitas pessoas estão utilizando redes desse tipo em casa ou em empresas, sem nenhum cuidado adicional, sem consultar um profissional (MAUDONET, 2007).

¹⁴ Conjunto de hardware e software que permite a computadores individuais estabelecerem comunicação entre si, trocando e compartilhando informações e recursos.

¹⁵ Conjunto de valores ou ocorrências em um estado bruto com o qual são obtidas informações com o objetivo de adquirir benefícios.

2.3 Dispositivos de redes

Os dispositivos de redes são equipamentos utilizados para o gerenciamento de uma determinada rede, seja uma rede pequena (em casa), por exemplo, ou redes de médio e grande porte (em organizações). Estes por sua vez diferem por suas características específicas. A seguir tomaremos o conhecimento do funcionamento de alguns destes dispositivos.

Nota-se que alguns dos dispositivos relevantes de redes são: repetidores, ponte (*bridge*), *switch*, *hubs* e roteadores (FRANCISCATTO, et al. 2014):

- Repetidor: caracteriza-se como um dispositivo responsável por ampliar o tamanho máximo do cabeamento da rede, funcionando como um amplificador de sinais, regenerando os sinais recebidos e transmitindo esses sinais para outro segmento da rede.

Na prática a função do repetidor é repetir as informações recebidas na sua porta de entrada na sua porta de saída. Deve-se levar em consideração que apesar do aumento do comprimento da rede, o uso do mesmo diminui o desempenho da rede.

- Ponte (*bridge*): é uma ponte de ligação inteligente que tem como característica a leitura e análise dos dados que estão trafegando na rede de computadores, ou seja, ela consegue ler os campos de endereçamentos MAC do quadro de dados. Como exemplo pode-se citar a ligação (ponte) entre um tipo de rede cabeada e uma rede sem fio.

Em virtude dessa característica a ponte (*bridge*) faz com que não replique para outros segmentos dados que tenham como destino o mesmo segmento de origem. Além disso, exerce o papel de interligar redes que possuem arquiteturas diferentes.

- *Switch*: é um hub que em vez de ser um repetidor é uma ponte. Com isso, em vez dele replicar os dados recebidos para todas as suas portas, ele envia os dados somente para o microcomputador que requisitou.

Portanto a função do *switch* é semelhante com a de um *bridge*, com a diferença de que um *switch* tem mais portas de comunicação e um melhor desempenho, já que manterá o cabeamento da rede livre.

- *Hubs*: são dispositivos concentradores, responsáveis por centralizar a distribuição dos quadros de dados em redes fisicamente ligadas utilizando a

topologia de redes de computadores estrela (toda a informação deve passar obrigatoriamente por uma estação central inteligente, que deve conectar cada estação de trabalho da rede e distribuir o tráfego para que uma estação não receba, indevidamente, dados destinados às outras). Ressalta-se que os *hubs* funcionam como uma peça central, que recebe os sinais transmitidos e os retransmite para todas as estações de trabalho interligadas ao mesmo.

- Roteadores: são pontes que funcionam na camada de Rede do modelo OSI¹⁶, essa camada é representada não pelos componentes físicos da rede (endereço MAC das placas de rede, que são valores físicos e fixos), mas pelo protocolo mais utilizado atualmente, o *TCP/IP*, o protocolo *IP* é o responsável por criar o conteúdo dessa camada.

Os roteadores não analisam os quadros físicos que estão sendo transmitidos, e sim os datagramas produzidos pelo protocolo *TCP/IP*. Os roteadores são capazes de lê e analisar os datagramas *IP* contidos nos quadros transmitidos pela rede.

Segundo Gomes (2014) embora os roteadores possuam diferenças consideráveis quanto ao seu poder de processamento e quanto ao número de interfaces que suportam, eles utilizam um conjunto básico de *hardware*, compostos por alguns componentes básicos tais quais: CPU ou microprocessador, responsável pela execução das instruções que ativam o roteador; ROM um tipo de memória que tem como uma das suas funções carregar o sistema operacional; Memória *Flash*, pode ser utilizada para armazenar várias imagens de OS e microcódigos do roteador; RAM responsável por armazenar as tabelas de roteamento, *buffer*¹⁷ dos pacotes.

Assim como os computadores, os roteadores necessitam de um *software* para o seu funcionamento. Quando ligado, os roteadores executam algumas rotinas de inicialização, depois são feitas verificações e o seu sistema operacional é carregado, deixando o roteador pronto para ser utilizado e configurado.

¹⁶ Modelo de rede de computador referência da ISO dividido em camadas de funções, criado em 1970 e formalizado em 1983, com objetivo de ser um padrão, para protocolos de comunicação entre os mais diversos sistemas em uma rede local (Ethernet), garantindo a comunicação entre dois sistemas computacionais (end-to-end).

¹⁷ É uma região de memória física utilizada para armazenar temporariamente os dados enquanto eles estão sendo movidos de um lugar para outro

Atualmente é difícil tratarmos do assunto dos roteadores sem enfatizar sobre os roteadores de redes sem fio (os roteadores *wireless*). As redes sem fio é uma realidade, em quase todos os lugares por onde se passa, elas estão em funcionamento. Na prática as redes *wireless* oferecem comodidade e praticidade aos seus usuários. É importante destacar que um roteador sem fio (“*wireless router*”) é diferente de um *access point* (“ponto de acesso”).

O *access point* é um aparelho que apenas distribui o sinal para o ambiente, isto é, pega o tráfego de internet que chega até ele, pelo cabo de rede, e o espalha pelo ambiente através de um sinal de rádio. O *access point* oferece outras funções como *DHCP*¹⁸ e *firewall*, funções estas que servem, entre outras coisas, para compartilhar a conexão de internet.

2.4 Sistemas Embarcados

A denominação de sistemas embarcados se dá ao fato de que estes sistemas são projetados geralmente para serem independentes de uma fonte de energia fixa como uma tomada ou gerador. Estes sistemas podem ser projetados para pequenos dispositivos. Entretanto, essa característica é potencialmente a mais restritiva para um Sistema Embarcado. Um projeto para essa classe de sistema computacional deve levar principalmente em consideração questões de consumo de energia, uma vez que a arquitetura utilizada utiliza baterias como fonte de energia.

2.4.1 OpenWrt

O *OpenWrt* é uma distribuição Linux para Sistemas Embarcados, no qual seu desenvolvimento oferece um sistema de arquivos totalmente escrito com gerenciamento de pacotes, e não apenas um *firmware* simples com um único processo, isso proporciona grande facilidade na seleção e configuração das aplicações fornecidas e permite que o usuário customize o dispositivo usando apenas pacotes. Trata-se de uma estrutura ideal para construir uma aplicação sem ter a preocupação de construir um *firmware* completo em torno dela, a distribuição deste, possui seu código aberto para que usuários possam implementar opções que venham atender as suas necessidade.

¹⁸ Protocolo de configuração dinâmica de host

O desenvolvimento do *OpenWrt* se deu de forma diferente, ao invés de começar a partir das fontes de outros sistemas existentes, o desenvolvimento começou do zero. Com a vasta disponibilidade de serviços oferecidos pelo *OpenWrt*, os dispositivos se caracterizaram como computadores com sistema Linux, possuindo todas as características pertinentes a um PC. A comunidade do projeto *OpenWRT* conta uma boa base de apoio baseada em fóruns, entre outros.

2.4.2 Configuração de serviços no *OpenWrt*

O primeiro passo para configuração de serviços no *OpenWrt*, é possuir um roteador compatível com o mesmo. As opções de roteadores variam acordo com seu modelo e fabricante. Abaixo segue descritos alguns exemplos de configurações de serviços:

Cliente *torrente*; Servidor FTP; Servidor DLNA; DDNS; Expansão de portas USB com um HUB; Usar portas USB do HUB como servidor de impressão; Conectar na internet usando um modem 3G USB; Instalar uma placa de som USB; Conectar *webcam* USB; Configurar uma VPN.

2.4.3 Vantagens e desvantagens de usar o *OpenWrt*

A principal vantagem da utilização deste tipo de software é a possibilidade que o *GNU/Linux*¹⁹ oferece aos seus usuários, para fazer o que se necessitam com ferramentas de baixo custo e fugir dos softwares pagos de código fechado. O *OpenWrt* é um sistema operativo baseado no *Linux*, com característica principal a rapidez, além da sua compatibilidade para vários modelos de roteadores sem fio. Além disso, a comunidade de *OpenWrt* fornece os mais variados pacotes para instalação de serviços, de acordo com a necessidade do usuário.

Dentre as principais desvantagem da utilização do *OpenWrt*, são as demandas de profissionais habilitados com capacitação para implementar configurações, além das dificuldades em encontrar modelos de roteadores que não possuem disco rígido para armazenamento, impossibilitando que o roteador seja utilizado no gerenciamento de arquivos. Porem isso pode ser contornado pela adaptação de uma porta USB no roteador, e ainda mais aplicável em trabalhos como

¹⁹ Sistema operacional unix-like baseado no GNU e no kernel Linux.

o decorrido, por se tratar de um computador com possibilidades diversas de implementação destes e outros serviços.

2.5 Lixo Eletrônico

Através da compreensão de que lixo eletrônico é todo resíduo material produzido pelo descarte de equipamentos eletrônicos, os motivos para reciclagem e os possíveis caminhos para o reuso de computadores, além do reaproveitamento dos seus componentes, é apresentada abaixo na Tabela 01 explicando a percepção do problema.

Tabela 01 – Composição química presente na fabricação de um microcomputador

Material	Percentual em relação ao peso total	Percentual reciclável	Localização no computador
Al (alumínio)	14,1720	80	estrutura, conexões
Pb (chumbo)	6,2980	5	circuitos integrados, soldas, baterias
Ge (germânico)	0,0010	0	semicondutor
Fe (ferro)	20,4710	80	estrutura, encaixes
Sn (estanho)	1,0070	70	circuito integrado
Cu (cobre)	6,9280	90	condutor elétrico
Ba (bário)	0,0310	0	válvula eletrônica
Ni (níquel)	0,8500	80	estrutura, encaixes
Zn (zinco)	2,2040	60	Bateria
Au (ouro)	0,0016	98	conexão, condutores
Ti (titânio)	0,0150	0	pigmentos
Co (cobalto)	0,0150	85	estrutura
Mn (manganês)	0,0310	0	estrutura, encaixes
Ag (prata)	0,0180	98	condutor
Cr (cromo)	0,0060	0	decoreção, proteção contra corrosão
Cd (cádmio)	0,0090	0	bateria, chip, semicondutor,
Hg (mercúrio)	0,0020	0	baterias, ligamentos, termostatos, sensores

Fonte: Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – ABNEE (2004)

Segundo Silva (2010), com a popularização e introdução de novos tipos de produtos, bem como pela inserção acelerada de gerações modernas de equipamentos eletrônicos, novidades que antes demoravam anos para alcançarem todos os níveis de classes sociais, atualmente, são conhecidas em tempo real, fator que acentua o índice de consumismo.

De acordo com Mattos (2008) a área de informática não era vista tradicionalmente como uma indústria poluidora. Porém, o avanço tecnológico acelerado encurtou o ciclo de vida desses equipamentos, gerando lixo eletrônico.

O lixo eletrônico possui algumas características específicas, alguns autores os chamam ou classificam como e-lixo, que engloba uma série de produtos eletroeletrônicos. Sendo assim, componentes e periféricos de computadores, monitores, televisores, celulares e vídeos-games fazem parte desta classificação.

De acordo com a Lei 12.305/2010 a maioria dos equipamentos eletroeletrônicos é destinada aos lixões ou aterros sanitários como resíduos urbanos comuns, por falta de políticas e leis, que determinem o descarte e tratamento ideal para esses resíduos e por falta de incentivo para a prática da reciclagem. Desta forma, o lixo eletrônico é duplamente nocivo ao meio ambiente, na produção e no descarte (BRASIL, 2010).

Silva (2010) destaca que a preocupação ambiental em relação à disposição inadequada do lixo eletrônico ocorre devido à liberação de substâncias tóxicas que podem causar sérios impactos à natureza. Quando despejamos no lixo comum, as substâncias químicas presentes nos componentes eletrônicos, como mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e alumínio entre outras, estas penetram no solo e nos lençóis freáticos, contaminando-os.

Um exemplo grandioso a ser seguido, é a iniciativa da UEPG (Universidade Estadual de Ponta Grossa) no Paraná – Brasil, onde existe o museu da computação, que visa integrar comunidade e universidade, na busca de promover atividades que proporcionem aos professores e pesquisadores, fazer reflexões sobre impactos da tecnologia computacional na atualidade e futuramente, em diversos contextos (CELINSK; et. al., 2011).

2.5.1 A relação homem, natureza e tecnologia.

A relação conflituosa entre o homem e a natureza cresce e piora a cada ano, sendo perceptível que a capacidade da ação humana em causar danos à natureza é superior à capacidade da natureza de se reestruturar diante da sua destruição imposta pelo homem.

Percebe-se que nos dias atuais, muitas vezes é mais barato e conveniente adquirir um computador novo, do que consertar o antigo. Essa ideia é também aplicada a outros utensílios tecnológicos de modo geral.

A sociedade com seu regime capitalista e com o auxílio da mídia impõem uma mensagem aos consumidores acerca da necessidade de comprarem constantemente novos produtos. Essa estratégia é chamada de obsolescência programada, fenômeno relacionado ao tempo útil que um bem ou produto é planejado para ser funcional.

O retorno oriundo desse fenômeno é a produção de bens cada vez mais baratos pelas grandes indústrias, que só visam e com vida útil muito curta, algo descartável.

2.5.2 Reciclagem do lixo computacional

A Lei Federal Nº 12.305 para resíduos sólidos, de 02 de agosto de 2010, prevê que as indústrias façam a logística reversa de seus produtos, no entanto poucos Estados reforçam a lei (BRASIL, 2010).

A Lei Federal 12.305/2010 obriga o fabricante vendedor ou importador, a reciclar ou reusar o material descartado, pelo menos em parte. Se não reutilizar, a empresa tem que neutralizar o material. E, se não der para coletar o lixo, a lei exige ações de preservação ambiental para compensar. Senão cumprir a lei, o fabricante estará sujeito à multa (BRASIL, 2010).

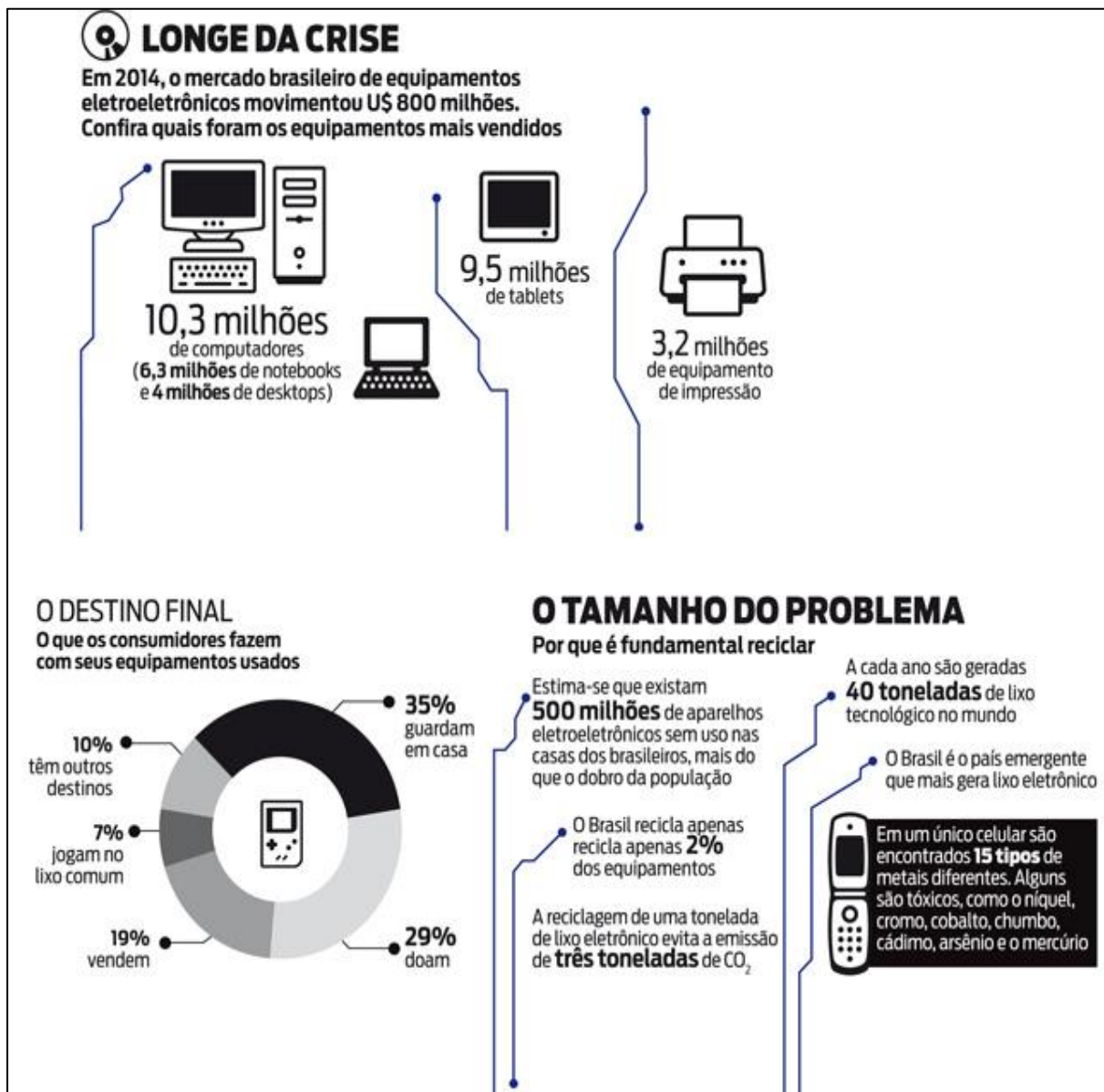
A reciclagem de computadores é um processo de separação de componentes de determinados produtos. Após este procedimento, esses materiais serão selecionados e aqueles que possuem valor de mercado são reaproveitados e o restante é descartado.

A reciclagem surge na maioria das vezes por conta de cada vez mais ser notória a diminuição da vida útil dos computadores por conta dos avanços

tecnológicos. Sua matéria prima é bastante valiosa, se tratada de forma correta, caso contrário resulta em fonte de substâncias tóxicas e cancerígenas.

Como mostrado na Figura 01, no ano de 2014, o mercado brasileiro de equipamentos eletrônicos movimentou R\$ 2,5 bilhões. A cada minuto, foram vendidos no país 104 smartphones, 19 computadores e 18 tablets. Em breve esses aparelhos serão substituídos por outros mais atualizados, confirmando o que consta em um relatório divulgado pela Organização das Nações Unidas (ONU) que prevê que o mundo terá 50 milhões de toneladas de resíduos em 2017 (RODRIGUES, 2016).

Figura 01 – Ilustração da quantidade de equipamentos mais vendidos em 2014 no Brasil



Fonte: www.istoé.com.br (2016).

A Figura 02 mostra o empilhamento de lixo eletrônico em um galpão de depósito. O Brasil é o mercado emergente que anualmente gera o maior volume de lixo eletrônico per capita, com 0,5 quilos por habitante, devendo gerar aproximadamente 1,100 mil toneladas de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, dados estes levantados em 2014 com estimativa de crescimento para 1.247 mil toneladas em 2015, segundo estudo da Secretaria de Desenvolvimento da Produção do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - SDP/MDIC e da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI (SPINOLA, 2014).

Figura 02 – Situação de empilhamento de lixo eletrônico



Fonte: www.essetalmeioambiente.com (2014).

Ainda sobre a reciclagem do lixo eletrônico, muitos autores publicaram trabalhos, tratando esse tipo de reciclagem como uma alternativa voltada para arte. Segundo Trigueiro (2005), estamos consumindo 20% a mais do que a terra consegue sustentar. E mais do que isso: se toda população do mundo consumisse como os norte-americanos e os europeus, que tem o padrão mais alto de consumo, hoje nós precisaríamos de quatro planetas Terra.

De acordo com Jordão (2010) percebendo a onda ecológica e os possíveis problemas futuros com o descarte de materiais tecnológicos, as empresas já estão investindo em aparelhos com menos compostos tóxicos.

2.5.3 Efeitos nocivos à saúde e o meio ambiente

Além dos diversos tipos de elementos químicos, o perigo do lixo eletrônico deriva também de ingredientes como: arsênico, bário, níquel, zinco, prata e ouro, que são encontrados, em computadores e em alguns aparelhos eletrônicos. Além disso, muitos produtos elétricos incluem produtos químicos para retardar chamas e que podem representar perigo à saúde (TOOTHMAN, 2008).

Segundo Garcia (2012) não há tanto problema quando os aparelhos, mesmo que sucateados, ficam estocados em locais onde não há risco evidente. Mas quando os componentes se rompem, podendo haver vazamento e contaminar o ambiente. A preocupação maior é quando isto ocorre em rios, aterro sanitário ou nas proximidades de residências.

Garcia (2012) complementa que com o passar do tempo, poderá haver contaminação do solo atingindo o lençol freático ou retornar à atmosfera através de chuvas ácidas, atingindo uma região maior. Os peixes que comem muito plâncton podem ingerir uma dose ainda mais insalubre e o problema prossegue com os pássaros ou com os seres humanos que comem peixes contaminados por mercúrio, chegando ao homem, último consumidor da cadeia alimentar. Essa contextualização permite subentender que a natureza devolve para o próprio homem aquilo que ele depositou um dia para ela.

Portanto, é importante salientar, que mesmo conscientizando a população sobre os riscos eminentes no descarte desses componentes no meio ambiente, o problema estaria muito distante de ser parcialmente resolvido por conta da falta de informações das coletas, além evidentemente da falta de implantação desses postos de coletas.

Conforme Kalik; et al. (2011) todo lixo eletrônico que não obter o tratamento apropriado fornecerá perigo para a sociedade, aonde as consequências dessa exposição no corpo humano vão desde simples dores de cabeça até complicações mais sérias como a manifestação de câncer.

A partir dessa contextualização é possível perceber a importância desse trabalho que visa transformar um computador obsoleto em um dispositivo de rede de computador com a possibilidade de implementação de serviços, tais como configuração de redes VPN²⁰, compartilhamento de arquivos, de *firewall*, *dentre outros*, colaborando na diminuição do descarte desses componentes químicos no meio ambiente.

²⁰ É uma rede de comunicações privada construída sobre uma rede de comunicações pública

3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

No presente estudo, foi implementado dois serviços de redes distintos, dentre vários possíveis (cliente *torrent*²¹, servidor *ftp*²², servidor *dlna*²³, *ddns*, *firewal*, expansão de portas USB com o HUB), a fim de mostrar a diversidade de configurações possíveis a serem configuradas no computador. Os serviços escolhidos para serem configurados neste trabalho foram Compartilhamento de Arquivos e a Configuração de redes VPN, deixando perceptíveis e concretos os resultados obtidos com a configuração dos mesmos.

A respectiva pesquisa se deu, com a aquisição de um computador obsoleto (funcionando), com as seguintes configurações técnicas: Processador AMD Sempron 1200, Memória DDR1 512Mb com barramento de 400Mhz, Placa mãe PC Chips A31G, Placa de rede *off-board chipset* RTC, Gabinete ATX com fonte de alimentação 300w, pen drive 8Gb e teclado abnt2.

3.1 Transformando computadores obsoletos em dispositivos de redes

A aplicação da pesquisa foi elaborada com intuito de analisar a viabilidade do trabalho, decorrendo de três fases descritas a seguir:

FASE 1: Montagem de um computador com características e configurações obsoletas com pouca capacidade de processamento, como mostra a figura 03 e a Tabela 02 a seguir:

²¹ Protocolo de conexão que acelerou e simplificou a tarefa de baixar arquivos grandes via Internet.

²² Servidor que permite, através de uma rede de computadores, um serviço de acesso para usuários a um disco rígido ou servidor de arquivos através do protocolo de transferência de arquivos

²³ Pode ser um computador, tablet, celular ou outros dispositivos que tenham a capacidade de distribuir o conteúdo armazenado, quer seja através de uma rede local ou em forma de onda, através de antenas Wi-Fi ou Bluetooth.

Figura 03: Imagem do PC montado para desenvolvimento do trabalho



Fonte: Próprio autor

Tabela 02: Configurações do PC para teste

QUANTIDADE	CONFIGURAÇÕES DO COMPUTADOR
01	Processador AMD Sempron 1200
01	Memória RAM DDR 1 512 MB Barramento 400MHz
01	Placa mãe PC chips A31G com chipset SIS 965L
02	Placas de rede OFF-BORD, Chipset RTC
01	Gabinete ATX com fonte de alimentação de 300W
01	Pendrive Sandisk 8GB
01	Teclado PS2 ABNT
01	Monitor 15" LCD
01	Estabilizador bivolt

Fonte: Próprio autor

FASE 2: Instalação de uma versão Linux no computador. Nesta fase foi utilizada a distribuição Linux Ubuntu 15.00 onde foi instalada em um HD Sata *Western Digital* 120GB.

Após a instalação do Linux foi baixado à imagem ISO do *OpenWrt* para PC versão 15.00.1 - X86 – *generic – combined – EXT4.IMG*, no endereço eletrônico de uma ONG de estudos chamada *wiki openwrt*, uma das responsáveis em distribuir a versão do firmware: www.openwrt.org/chaos_caumer/15.05.1/x86/generic/.

FASE 3: Configuração do *SETUP*²⁴ do computador para que na sua inicialização ele aponte para dispositivos removíveis, no caso da pesquisa, o pendrive como mostra a figura 04.

Figura 04: Imagem do PC direcionando boot para pen drive no SETUP.



Fonte: Próprio autor

Nessa fase aconteceu a inicialização do PC através do pendrive bootável com a versão do *OpenWrt*. Após, carregado o *GRUB*²⁵ com as opções de inicialização do *firmware* (**OpenWrt e OpenWrt False*). No caso a primeira opção.

A máquina foi inicializada com o sistema, reconhecendo boa parte dos periféricos e disponibilizando o terminal do sistema do *OpenWrt* com usuário *root* para ser explorado mostrado na Figura 05.

²⁴ Interface gráfica pela qual um usuário pode acessar recursos que estão disponíveis na BIOS do computador

²⁵ É um multi-carregador de um sistema operacional (multi boot ou boot-loader) criado pelo projeto GNU.

Figura 05: Imagem do PC com o OpenWrt rodando normalmente após instalação.



Fonte: Próprio autor

A partir dessa funcionalidade (openwrt funcionando em modo terminal) foi verificado o reconhecimento das placas de rede (01 on-board e 02 off-board) e utilizou-se de um notebook para fazer o acesso ao Computador já como roteador (conectado via cabo internet na placa *on board* da placa mãe), como próximo passo foi acessado via web o sistema operacional (*firmware*), através do IP 192.168.1.1 mostrado na figura 06.

Figura 06: Imagem do acesso a página de configurações do OpenWrt no computador.

The screenshot shows the OpenWrt web interface with the following data:

System	
Hostname	OpenWrt
Model	AMD® Sempron 1200MHZ
Firmware Version	OpenWrt Chaos Calmer 15.05 / LuCI Master (git-15.233.47308-791ca8b)
Kernel Version	3.18.20
Local Time	Mon Jan 16 17:30:16 2017
Uptime	0h 9m 42s
Load Average	0.02, 0.02, 0.02

Memory	
Total Available	485008 kB / 504024 kB (96%)
Free	484344 kB / 504024 kB (96%)
Buffered	664 kB / 504024 kB (0%)

Fonte: Próprio autor

Posteriormente, diante das necessidades, foram baixados alguns pacotes de atualizações no *firmware*. Salieta-se que o notebook utilizado reconheceu a interface do computador/roteador, conectando automaticamente com a internet, por conta de está conectado através de cabo UTP par trançado a outro roteador convencional com acesso a internet.

Contudo é válido ressaltar que durante a aplicação da pesquisa houve problemas com a compatibilização de *chipsets*²⁶ das placas de rede PCI's utilizadas na elaboração do trabalho, havendo a necessidade de testar e baixar pacotes de drivers com referências compatíveis, para que o sistema utilizado (*OpenWrt*) reconhecesse os dispositivos.

3.2 Configurando a Rede VPN no *OpenWrt*

A VPN (*virtual private network*) permite a conexão de dois pontos através de uma rede virtual, como se interligasse dois pontos distintos ligando as duas pontas diretamente com um cabo de redes. Para aplicações que utilizam este "túnel virtual", não existe diferença entre estar conectado diretamente na sua rede local ou estar conectado a milhares de quilômetros, com uma possível diferença, com a velocidade da internet que chega a ser algumas vezes mais lenta que a rede local por conta da quantidade de usuários conectados a esta rede VPN. Como a internet não costuma ser um meio seguro para o tráfego de informações internas, se torna subentendido da utilização de criptografia nas conexões de rede VPN.

Quando existe um serviço na rede interna (seja ela residencial ou corporativa) existindo a necessidade de acesso externo, a técnica mais comum é o redirecionamento de portas, porém não é seguro.

A forma mais comum de configurar este tipo de serviço são pelos protocolos PPTP²⁷, L2TP/IPSEC²⁸, ou pelo OpenVPN. Destes o OpenVPN é o mais indicado por ser mais seguro e completo ao contrário de outros, além de fácil compreensão para configuração do seu ambiente.

Com o computador transformado em roteador, já com acesso a internet, baixou-se os pacotes necessários para configuração do serviço.

²⁶ Conjunto de componentes eletrônicos, em um circuito integrado, que gerencia o fluxo de dados entre o processador, memória e periféricos.

²⁷ Método obsoleto de rede privada virtual, com diversos problemas de segurança.

²⁸ Protocolo considerado mais seguro que o PPTP.

O usuário deve seguir as etapas de configuração mostradas no sitio citado, com o cuidado de certificar-se que logrou êxito na execução das mesmas. A seguir um resumo destas etapas:

1. Instalação dos pacotes básicos.
2. Criação dos certificados de acesso.
3. Geração desses certificados
4. Configurar a rede no roteador *OpenWrt*
5. Configurar *OpenVPN*
6. Configurar Clientes para o servidor
7. Testar Conexão da rede VPN
8. Roteamento do Tráfego
9. Configuração da Conexão do Cliente nas Propriedades da rede

É importante salientar, que os passos a seguir foram seguidos como configuração via *prompt* de comando, mais especificamente utilizando a ferramenta *putty*²⁹. É possível prover a configuração deste serviço via modo gráfico no “Luci”, que é a plataforma gráfica do *OpenWrt*. É de suma importância saber que dentro da rede VPN configurada neste *firmware*, existem outras possibilidades de configuração de serviços dentro desta rede, tais como, compartilhamento de arquivos, configuração de torrents, configuração de *firewall*, dentre outros serviços.

O trabalho viabilizou a configuração destes serviços, para mostrar que existem esta e outras possibilidades de exploração de muito mais recursos, não apenas a configuração de roteador de acesso a redes.

3.3 Configurando compartilhamento de arquivos em redes com OpenWrt

Rodrigues, R. 2012, cita que compartilhamento de arquivos é a atividade de tornar arquivos disponíveis para outros usuários através de download pela Internet e também em redes menores. Na maioria dos casos, o compartilhamento de arquivos segue o modelo P2P³⁰, no qual os arquivos são armazenados em servidores pelos computadores pessoais dos usuários.

²⁹ Software utilizado para se conectar com servidores remotos através de protocolos de redes SSH e Telnet.

³⁰ É uma arquitetura de redes de computadores onde cada um dos pontos ou nós da rede funciona tanto como cliente quanto como servidor, permitindo compartilhamentos de serviços e dados sem a necessidade de um servidor central.

O objetivo desta configuração é fazer com que os arquivos gravados nos dispositivos de armazenamento que estejam ligados no sistema sejam disponibilizados para os computadores da rede. É necessário, portanto, utilizar um programa servidor (neste caso o Samba³¹), para fazer toda comunicação necessária e para o compartilhamento dos arquivos (NICKEL e BESSA, 2010).

Para implementação desse serviço foi utilizado um hd externo 500GB USB 2.0, formatado, criou-se uma partição lógica (Linux) e conectando em uma das portas USB do computador obsoleto transformado em roteador de baixo custo, automaticamente o sistema *OpenWrt*, reconheceu o dispositivo.

Como computador e roteador estão em redes, não faria sentido não transmitir dados pela rede. Primeiramente para que se torne possível o compartilhamento do HD na rede, precisamos do SMB, que é o protocolo de rede que o Windows usa, Samba é a implementação do *open source* desse produto que permite que máquinas *Windows* e *Linux* se falem. Além do protocolo para que o compartilhamento de rede funcione perfeitamente devemos abrir as seguintes portas no *firewall* do AP:

- TCP 137 – *NetBIOS Name Service*
- TCP 138 – *NETBIOS Datagram Service*
- TCP 139 – *NETBIOS Session Service*
- TCP 445 – *Microsoft Directory Services*

Para isso, foram adicionadas as regras seguintes no arquivo de configuração do firewall. Os comandos foram testados via SSH - `/etc/config/firewall`, como mostra a figura 07.

³¹ Software para Linux (e outros sistemas baseados em Unix) que permite o gerenciamento e compartilhamento de recursos em redes formadas por computadores com o Windows

Figura 07 – Configuração do arquivo do firewall do computador

```

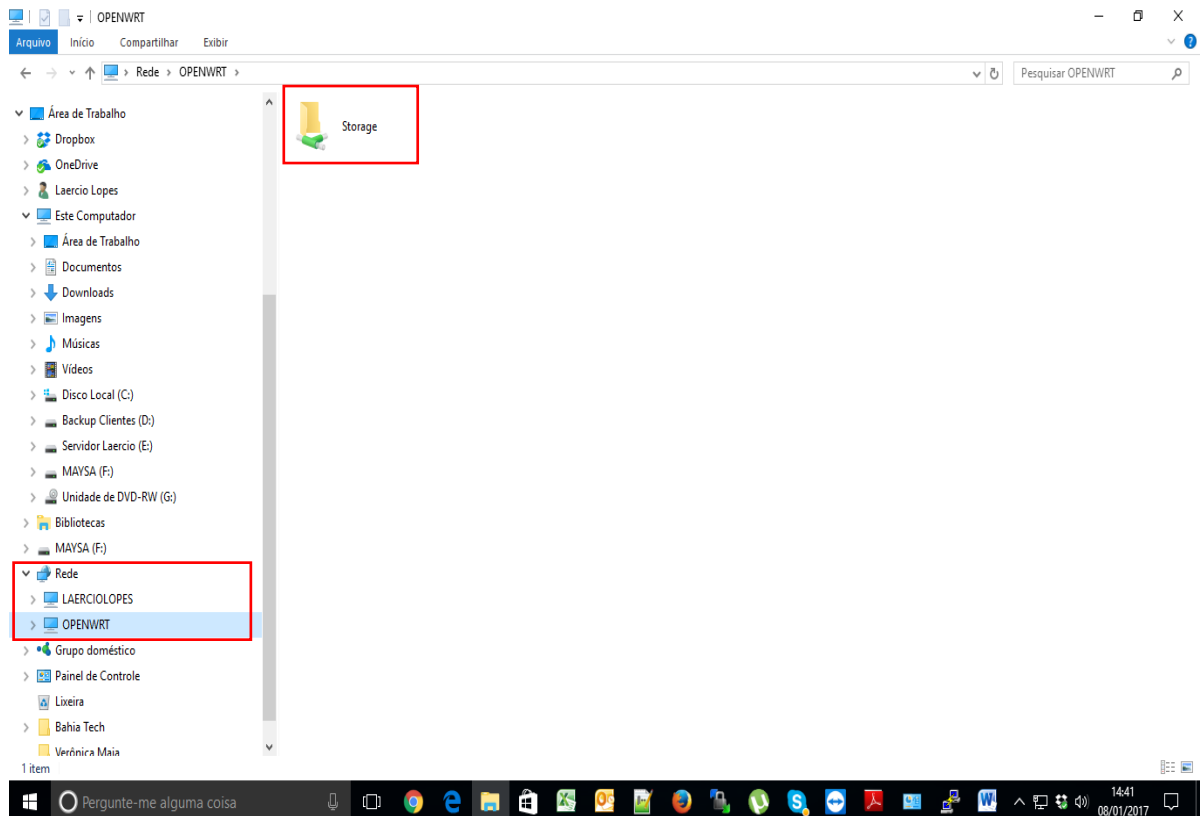
1 #SAMBA Network Share
2 config 'rule'
3 option 'src' 'lan'
4 option 'proto' 'udp'
5 option 'dest_port' '137-138'
6 option 'target' 'ACCEPT'
7 config 'rule'
8 option 'src' 'lan'
9 option 'proto' 'tcp'
10 option 'dest_port' '139'
11 option 'target' 'ACCEPT'
12 config 'rule'
13 option 'src' 'lan'
14 option 'proto' 'tcp'
15 option 'dest_port' '445'
16 option 'target' 'ACCEPT'

```

Fonte: <http://www.rodrigorodrigues.info/2012/01/05/openwrt-fazendo-magica-com-linux-no-roteador-parte-1/>

Logo após as alterações no arquivo firewall é necessário à instalação dos pacotes necessários para o funcionamento do compartilhamento de arquivos como: *opkg update* e *opkg install samba3 luci-app-samba*, daí reinicia o computador transformado em roteador. A Figura 08 mostra o compartilhamento do OpenWrt em funcionamento.

Figura 08 – Visualização do compartilhamento de arquivos no computador como AP



Fonte: do próprio autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados e discussões geradas no que se propôs a fazer no trabalho, as ferramentas e métricas utilizadas para obtenção dos resultados e os testes finais. Na prática foi utilizado como parâmetros de comparação dois roteadores, um roteador de rede sem fio convencional e o computador como dispositivo de rede (proposto no trabalho).

4.1 Pontos de Medição

A seguir são mostradas as ferramentas utilizadas pelos pontos de medição destacando as funcionalidades de cada um dos equipamentos propostos.

- Ferramenta utilizada para realização dos testes de medição:
 - JPERF/IPERF

O IPERF é uma ferramenta que reúne em uma única aplicação o relatório da análise de várias métricas, como a capacidade máxima fim-a-fim em nível de transporte, o *jitter* e a perda de pacotes. A sua utilização simplifica a análise de problemas de rede por parte dos administradores de redes. Desse modo, essa foi uma das motivações da escolha como ferramenta para análise desse computador reaproveitado. Nota-se que em se tratando de ferramentas de medição ativa de redes, o IPERF é uma ferramenta amplamente utilizada para medir a vazão e a qualidade de um enlace de rede, pois permite a análise da qualidade de um enlace segundo algumas das métricas apontadas a seguir:

1. *Jitter* (variação do atraso entre os pacotes de dados sucessivos): pode ser medida por meio do envio de fluxos de pacotes do *User Datagram Protocol* (UDP) com a ferramenta IPERF.
2. Perda de datagramas: pode ser medida, também, com testes UDP.
3. Vazão: medidas através de testes TCP (*Transfer Control Protocol*) e UDP por meio do IPERF.

A Figura 09 mostra a ferramenta IPERF sendo executada em modo servidor.

Figura 09 – IPERF como servidor

```
C:\>cd iperf
C:\iperf>cd iperf
C:\iperf\iperf>iperf -s
-----
Server listening on 5201
-----
```

Fonte: Próprio autor

O IPERF funciona, basicamente, em um modelo cliente/servidor, onde o servidor atende às solicitações de testes e o cliente inicia as sessões de testes. Ele está disponível como *open source* compilável ou binário executável para diversas plataformas incluindo *Windows, Linux, Solaris, Mac OS, OpenBSD e FreeBSD*.

A Figura 10 mostra a ferramenta IPERF sendo executada em modo cliente.

Figura 10 – IPERF como cliente

```
C:\iperf\iperf>iperf -c 192.168.1.241
Connecting to host 192.168.1.241, port 5201
[ 4] local 192.168.1.241 port 52705 connected to 192.168.1.241 port 5201
[ ID] Interval          Transfer      Bandwidth
[ 4]  0.00-1.01 sec    142 MBytes   1.18 Gbits/sec
[ 4]  1.01-2.01 sec    148 MBytes   1.24 Gbits/sec
[ 4]  2.01-3.01 sec    155 MBytes   1.30 Gbits/sec
[ 4]  3.01-4.00 sec    174 MBytes   1.46 Gbits/sec
[ 4]  4.00-5.00 sec    206 MBytes   1.73 Gbits/sec
[ 4]  5.00-6.00 sec    205 MBytes   1.72 Gbits/sec
[ 4]  6.00-7.00 sec    206 MBytes   1.73 Gbits/sec
[ 4]  7.00-8.00 sec    209 MBytes   1.76 Gbits/sec
[ 4]  8.00-9.00 sec    212 MBytes   1.78 Gbits/sec
[ 4]  9.00-10.00 sec   214 MBytes   1.79 Gbits/sec
-----
[ ID] Interval          Transfer      Bandwidth
[ 4]  0.00-10.00 sec   1.83 GBytes   1.57 Gbits/sec
[ 4]  0.00-10.00 sec   1.83 GBytes   1.57 Gbits/sec
                                     sender
                                     receiver
iperf Done.
```

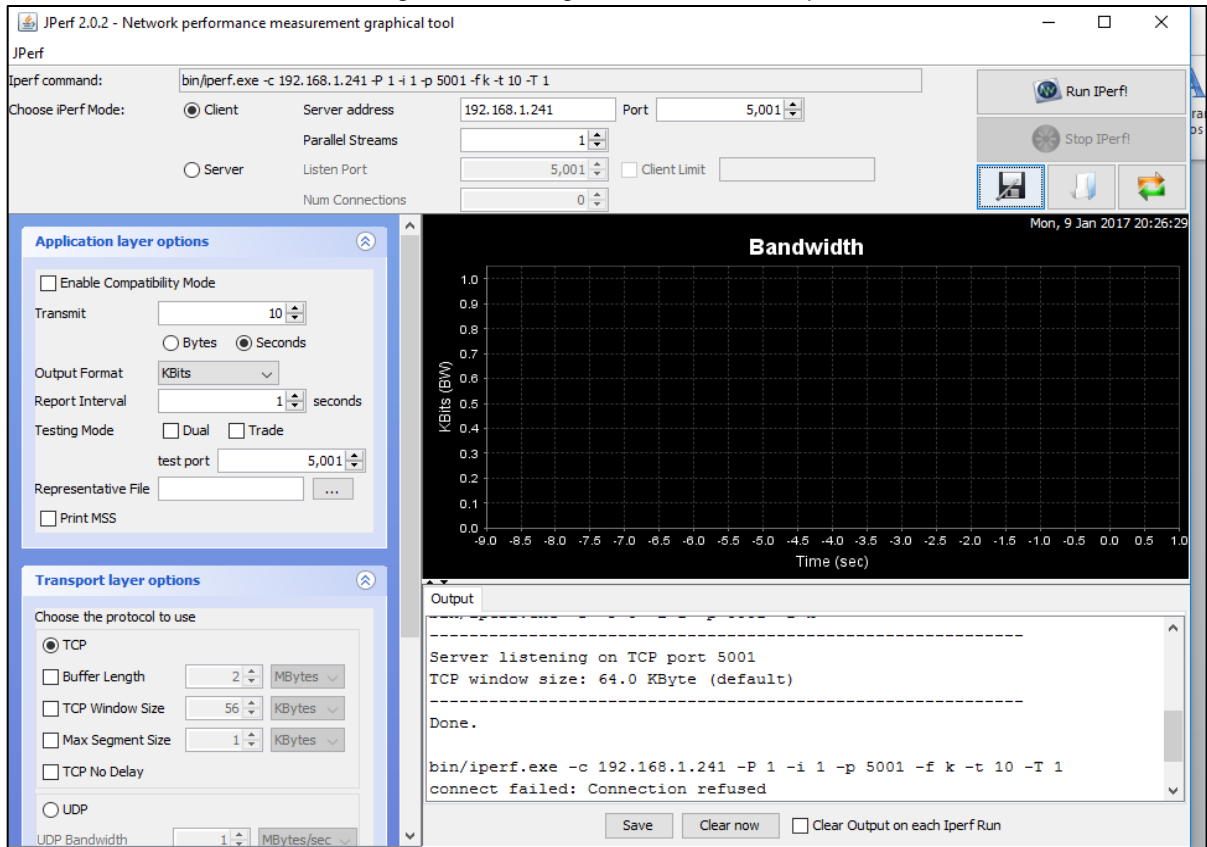
Fonte: Próprio autor

Já o JPERF é uma interface gráfica do IPERF para sistemas operativos Windows utilizado para testar a largura de banda, podendo realizar injeção de pacotes (tanto TCP quanto UDP) para medir o desempenho de redes de computadores. Possui interface gráfica, mas também pode ser utilizado na linha de comandos.

Tanto o IPERF como o JPERF é ajustável para ser cliente ou servidor. Um dos computadores deve alterar ele iniciado para a função “server”, enquanto outro computador deverá executá-lo na função “client”, em seguida podem-se realizar os ajustes, por exemplo, o tipo de protocolo a ser usado (TCP ou UDP), e

por final o “*client*” deve selecionar o IP “*server*”, que por sua vez em execução fica a espera das ações do computador ativado como cliente. A Figura 11 mostra a ferramenta JPERF em execução.

Figura 11 – Imagem da ferramenta Jperf



Fonte: Próprio autor

4.2 Comparação dos modelos de roteadores

Segundo Morimoto (2011) o roteador é um dispositivo que interliga duas redes diferentes, permitindo que os clientes se enxerguem mutuamente e possam acessar recursos múltiplos, ou seja, sua finalidade é oferecer acesso à web, seja via *wireless* ou cabeada.

No presente estudo foram utilizados dois roteadores, a saber: o roteador *Wireless* TP-LINK TL-WR740N 150 Mbps e o computador obsoleto transformado em roteador de baixo custo.

De acordo com a TP-Link Technologies Co. Ltd. Fabricante do modelo de roteador TL-WR740N, que é um dispositivo de conexão de rede cabeada/wireless integrado com um roteador de compartilhamento de Internet e um *switch* de 4 portas. O Roteador *wireless* é compatível com o padrão 802.11b&g baseado na

tecnologia 802.11n e oferece um desempenho 802.11n de até 150 Mbps por um preço mais acessível. Na fronteira do 11n e superando a velocidade 11g, ele permite que as aplicações com alto consumo de largura de banda, como transmissões de vídeo, sejam mais fluídas.

A seguir na Tabela 03 as características do roteador TL-WR740N

Tabela 03: Características do roteador TL-WR740N

CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE	
Interface	4 Portas LAN 10/100Mbps 1 Porta WAN 10/100Mbps
Botões	Botão <i>WPS/Reset</i>
Antena	1 antena externa fixa de 5 dBi (RP-SMA)
Fonte de Alimentação Externa	5VDC/0.6 ^a
Padrões <i>Wireless</i>	IEEE 802.11n*, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
Dimensões (L X C X A)	6.9 x 4.6 x 1.3Pol. (174 x 118 x 33 mm)
Processador	Atheros AR9331 com clock de 400Mhz
Memória <i>RAM</i>	32MB
Memória <i>Flash</i>	4MB
Preço de mercado em R\$	R\$120,00

Fonte: Próprio autor

O computador obsoleto passou pela transformação, por sua vez, versar, de uma máquina antiga para os moldes atuais, o qual foi modificado em um roteador utilizando o software firmware *OpenWrt*, este sendo executado no PC via porta USB, através de um dispositivo de armazenamento (pen drive) de 8GB de capacidade como mostra a Tabela 04.

Tabela 04 – Características do computador transformado em dispositivo de rede

CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE	
Interface	2 Portas LAN 10/100Mbps (Placas de Rede 10/100Mbps intelbrás, chipset RTL off-board) 1 Porta WAN 10/100Mbps (Placa de Rede 10/100Mbps Broadcom on-board)
Botões	Botão Liga/Desliga (Gabinete)
Antena	Não Possui
Fonte de Alimentação Externa	ATX 300W. AC Entrada: 115V/230V, 50/60Hz (Bivolt)
Padrões Wireless	Não possui
Dimensões	Leadership [4 baias] - Altura: 43cm - Largura: 20cm - Profundidade: 47cm
Processador	AMD Sempron 1200
Memória RAM	512MB
Memória Armazenamento	Pen Drive 8GB
Dispositivos de Entrada/Saída	Teclado Abnt, Monitor LCD 15"
Custo médio em R\$ (pen drive 4 ou 8 Gb)	R\$ 22,00

Fonte: Próprio autor

4.3 Teste Utilizando a ferramenta JPERF/IPERF

Por ter uma ilustração de resultados mais clara, neste estudo para obtenção dos testes, utilizou-se a versão do JPERF, que é o IPERF com interface gráfica. Na sequência mostraremos os cenários de testes e os seus resultados através das Figuras 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19 feitas pelo aplicativo.

No cenário de testes foram feitas duas simulações de envio e recebimento de pacotes, de tamanhos aleatórios com tempo de 10 segundos e 1 segundo de espaço para geração de relatório, utilizando os protocolos TCP e UDP, com dois fluxos simultâneos de dados, a seguir as imagens com os gráficos e textos apresentando os resultados.

Primeiro apresentaremos os testes do computador transformado em roteador, contendo quatro fases diferentes. Em seguida apresentaremos os dados do roteador TPLINK – WR740N. Ressalta-se que para todos os testes foram utilizados os parâmetros inseridos na Tabela 5 mostrada a seguir:

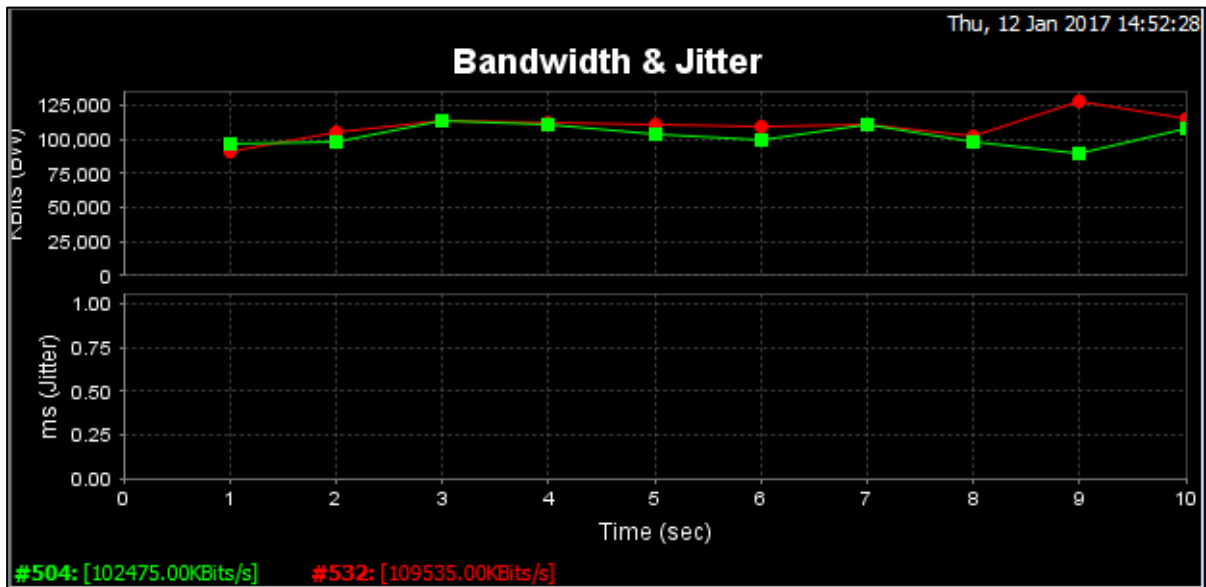
Tabela 05 – Tabela com dos dados padrão dos testes

Parâmetros de Testes Padrão				
Tempo/Tráfego	Intervalo de tempo para relatórios parciais	Protocolo de Transmissão	Formato de saída de dados	Fluxo de dados em paralelo
10 segundos	1 Segundo	TCP ou UDP	Mbytes	2 fluxos

Fonte: Próprio autor

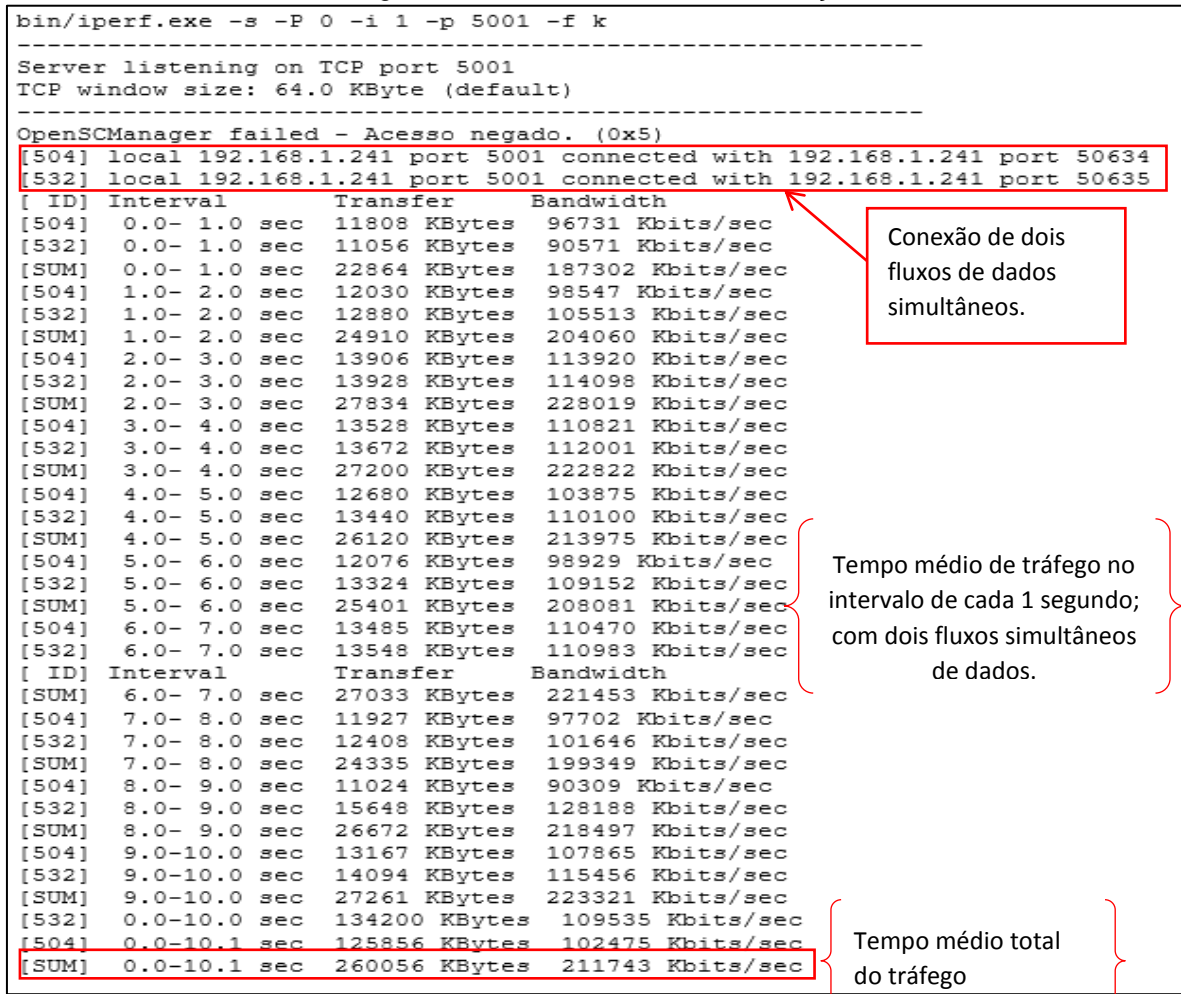
PRIMEIRA SITUAÇÃO: Tráfego utilizando o protocolo TCP; Cliente/servidor; tempo de transmissão de pacotes dez segundos; recebendo relatórios parciais a cada um segundo; dois fluxos simultâneos dos dados; Observando upload do cliente e download do servidor.

Figura 12 – Teste de envio/recebimento de pacotes TCP cliente/servidor (computador transformado em dispositivo de rede); com dois fluxos simultâneos de dados



Fonte: Próprio autor

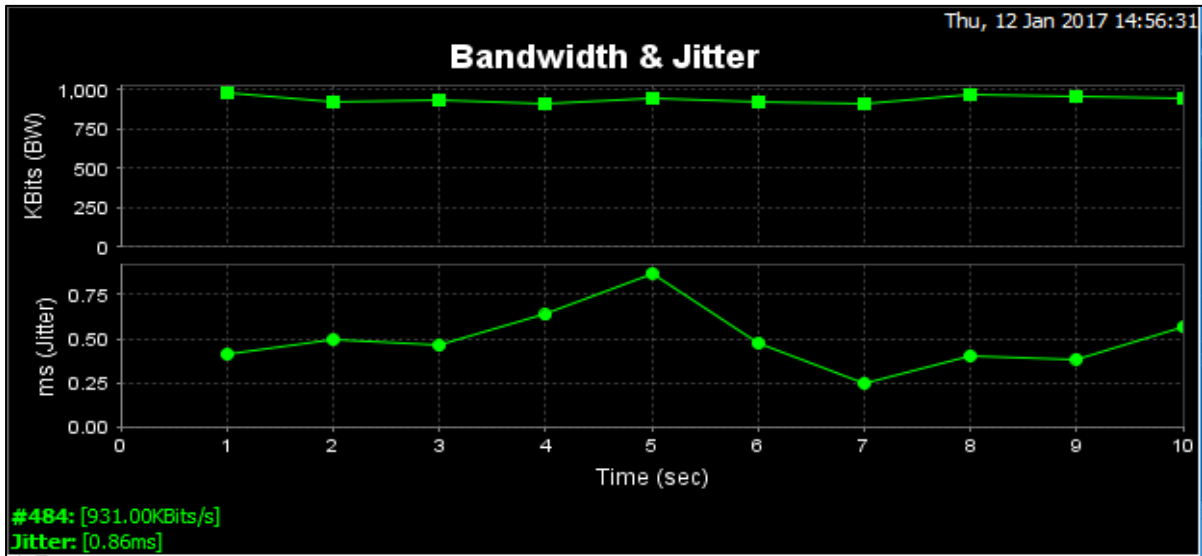
Figura 13 – Resultado do teste 1ª situação



Fonte: Próprio autor

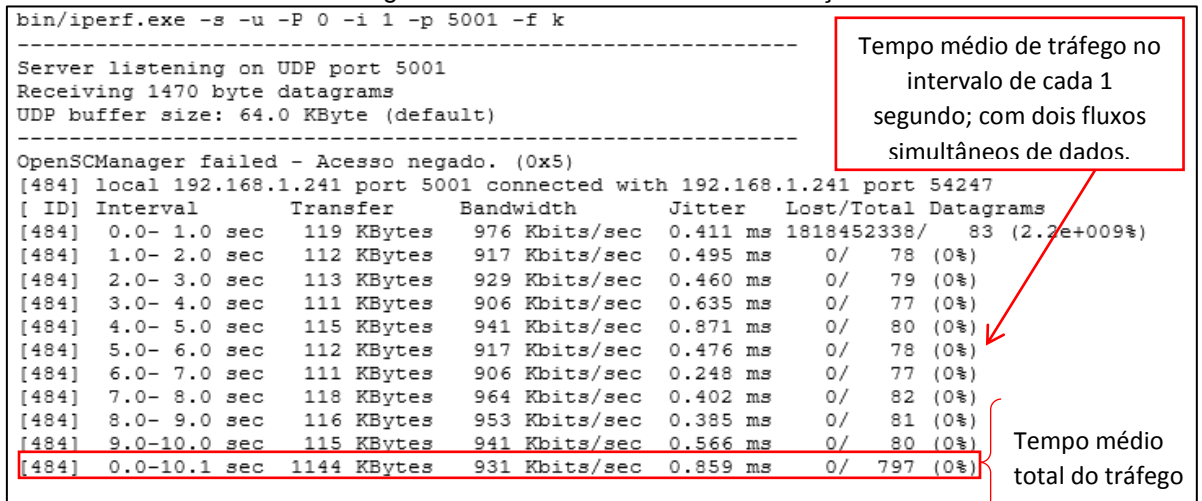
SEGUNDA SITUAÇÃO: Tráfego utilizando o protocolo UDP; Cliente/servidor; tempo de transmissão de pacotes dez segundos; recebendo relatórios parciais a cada um segundo; com dois fluxos simultâneos dos dados; Observando upload do cliente e download do servidor.

Figura 14 – Teste de envio/recebimento de pacotes UDP cliente/servidor (computador transformado em dispositivo de redes; com dois fluxos simultâneos de dados)



Fonte: Próprio autor

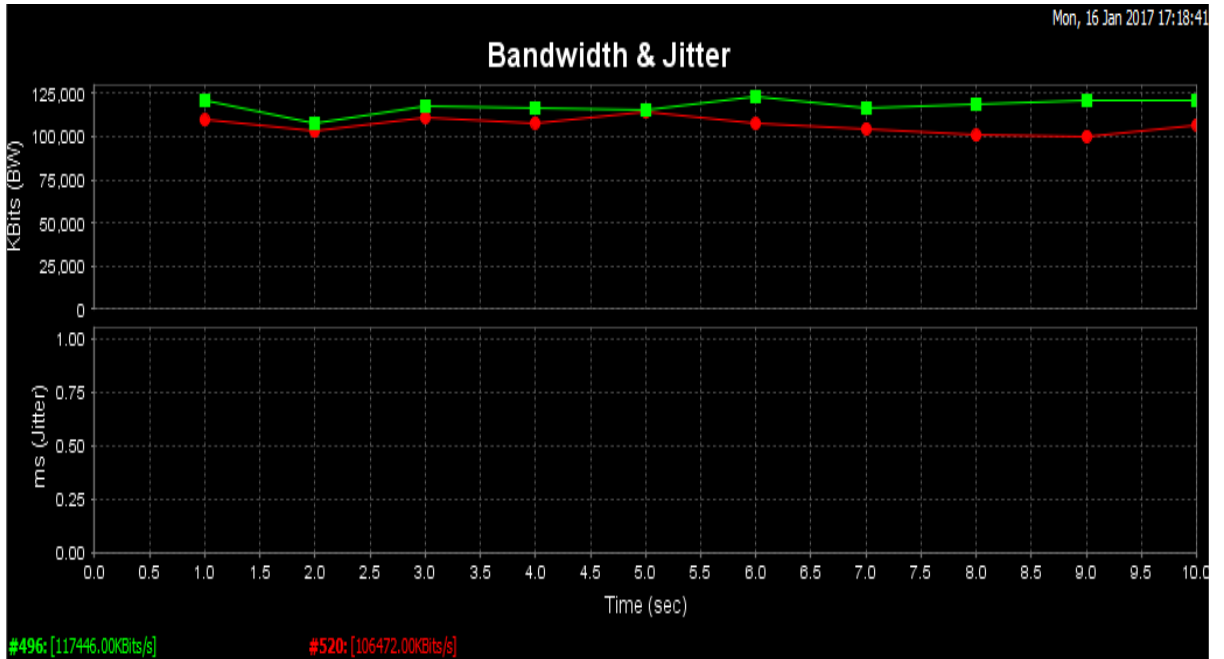
Figura 15 – Resultado do teste 2ª situação



Fonte: Próprio autor

PRIMEIRA SITUAÇÃO: Tráfego utilizando o protocolo TCP; Cliente/servidor; tempo de transmissão de pacotes dez segundos; recebendo relatórios parciais a cada um segundo; dois fluxos simultâneos dos dados; Observando upload do cliente e download do servidor.

Figura 16 – Teste de envio/recebimento de pacotes TCP cliente/servidor (Roteador TPLINK-WR740N)



Fonte: Próprio autor

Figura 17 – Resultado do teste 1ª situação Roteador TPLINK

```
bin/iperf.exe -s -P 0 -i 1 -p 5001 -f k
-----
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 64.0 KByte (default)
-----
OpenSCManager failed - Acesso negado. (0x5)
[496] local 192.168.2.241 port 5001 connected with 192.168.2.241 port 57676
[520] local 192.168.2.241 port 5001 connected with 192.168.2.241 port 57677
[ ID] Interval          Transfer          Bandwidth
[496] 0.0- 1.0 sec      14752 KBytes     120848 Kbits/sec
[520] 0.0- 1.0 sec      13379 KBytes     109600 Kbits/sec
[SUM] 0.0- 1.0 sec      28131 KBytes     230448 Kbits/sec
[496] 1.0- 2.0 sec      13144 KBytes     107676 Kbits/sec
[520] 1.0- 2.0 sec      12589 KBytes     103130 Kbits/sec
[SUM] 1.0- 2.0 sec      25733 KBytes     210806 Kbits/sec
[496] 2.0- 3.0 sec      14415 KBytes     118089 Kbits/sec
[520] 2.0- 3.0 sec      13568 KBytes     111149 Kbits/sec
[SUM] 2.0- 3.0 sec      27983 KBytes     229238 Kbits/sec
[496] 3.0- 4.0 sec      14241 KBytes     116661 Kbits/sec
[520] 3.0- 4.0 sec      13208 KBytes     108200 Kbits/sec
[SUM] 3.0- 4.0 sec      27449 KBytes     224861 Kbits/sec
[496] 4.0- 5.0 sec      14048 KBytes     115081 Kbits/sec
[520] 4.0- 5.0 sec      13976 KBytes     114491 Kbits/sec
[SUM] 4.0- 5.0 sec      28024 KBytes     229573 Kbits/sec
[496] 5.0- 6.0 sec      15088 KBytes     123601 Kbits/sec
[520] 5.0- 6.0 sec      13136 KBytes     107610 Kbits/sec
[SUM] 5.0- 6.0 sec      28224 KBytes     231211 Kbits/sec
[496] 6.0- 7.0 sec      14184 KBytes     116195 Kbits/sec
[520] 6.0- 7.0 sec      12784 KBytes     104727 Kbits/sec
[ ID] Interval          Transfer          Bandwidth
[SUM] 6.0- 7.0 sec      26968 KBytes     220922 Kbits/sec
[496] 7.0- 8.0 sec      14552 KBytes     119210 Kbits/sec
[520] 7.0- 8.0 sec      12304 KBytes     100794 Kbits/sec
[SUM] 7.0- 8.0 sec      26856 KBytes     220004 Kbits/sec
[496] 8.0- 9.0 sec      14768 KBytes     120979 Kbits/sec
[520] 8.0- 9.0 sec      12248 KBytes     100336 Kbits/sec
[SUM] 8.0- 9.0 sec      27016 KBytes     221315 Kbits/sec
[496] 9.0-10.0 sec     14753 KBytes     120860 Kbits/sec
[520] 9.0-10.0 sec     13080 KBytes     107151 Kbits/sec
[SUM] 9.0-10.0 sec     27833 KBytes     228011 Kbits/sec
[520] 0.0-10.0 sec     130296 KBytes     106472 Kbits/sec
[496] 0.0-10.0 sec     144080 KBytes     117446 Kbits/sec
[SUM] 0.0-10.0 sec     274376 KBytes     223656 Kbits/sec
```

Conexão de dois fluxos de dados simultâneos.

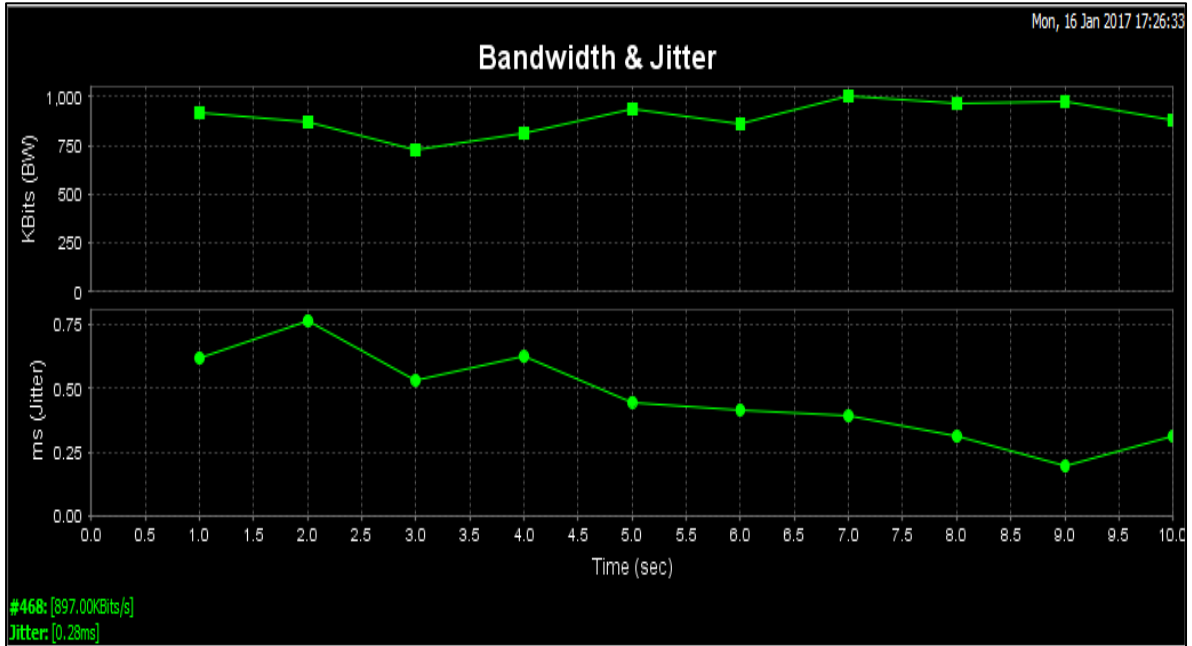
Tempo médio de tráfego no intervalo de cada 1 segundo; com dois fluxos simultâneos de dados.

Tempo médio total do tráfego

Fonte: Próprio autor

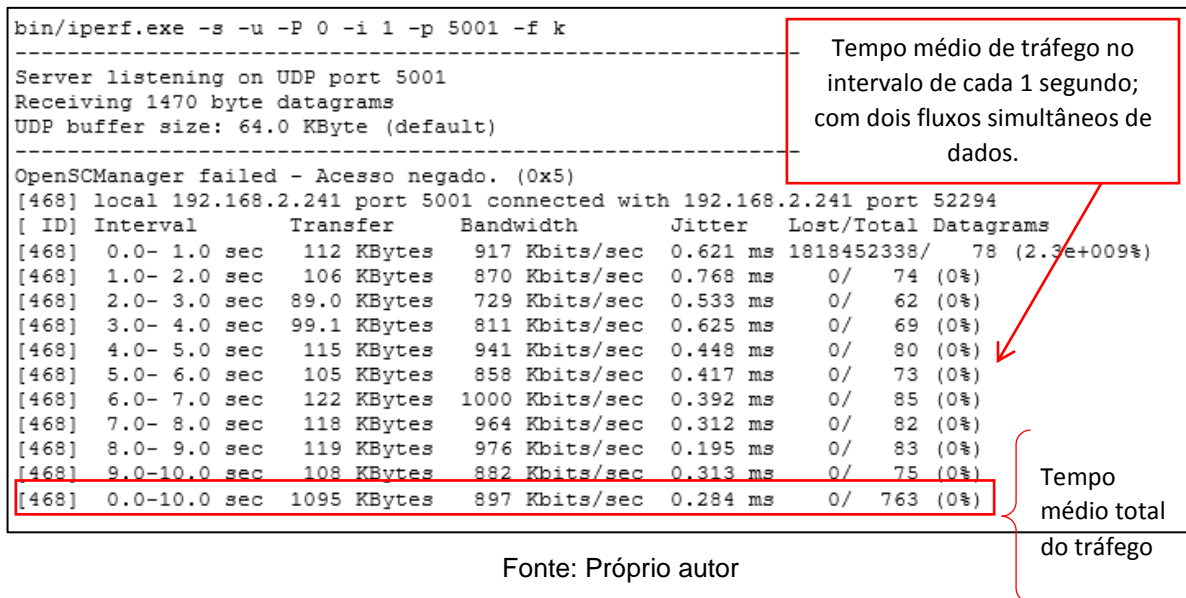
SEGUNDA SITUAÇÃO: Tráfego utilizando o protocolo UDP; Cliente/servidor; tempo de transmissão de pacotes dez segundos; recebendo relatórios parciais a cada um segundo; com dois fluxos simultâneos dos dados; Observando upload do cliente e download do servidor.

Figura 18 – Teste de envio/recebimento de pacotes UDP cliente/servidor (Roteador TPLINK-WR740N); com dois fluxos simultâneos de dados.



Fonte: Próprio autor

Figura 19 – Resultado do teste 2ª situação Roteador TPLINK



Fonte: Próprio autor

4.4 Resultados

O desenvolvimento do trabalho visando à transformação de computadores obsoletos em dispositivos de redes consiste numa boa justificativa na diminuição do lixo eletrônico.

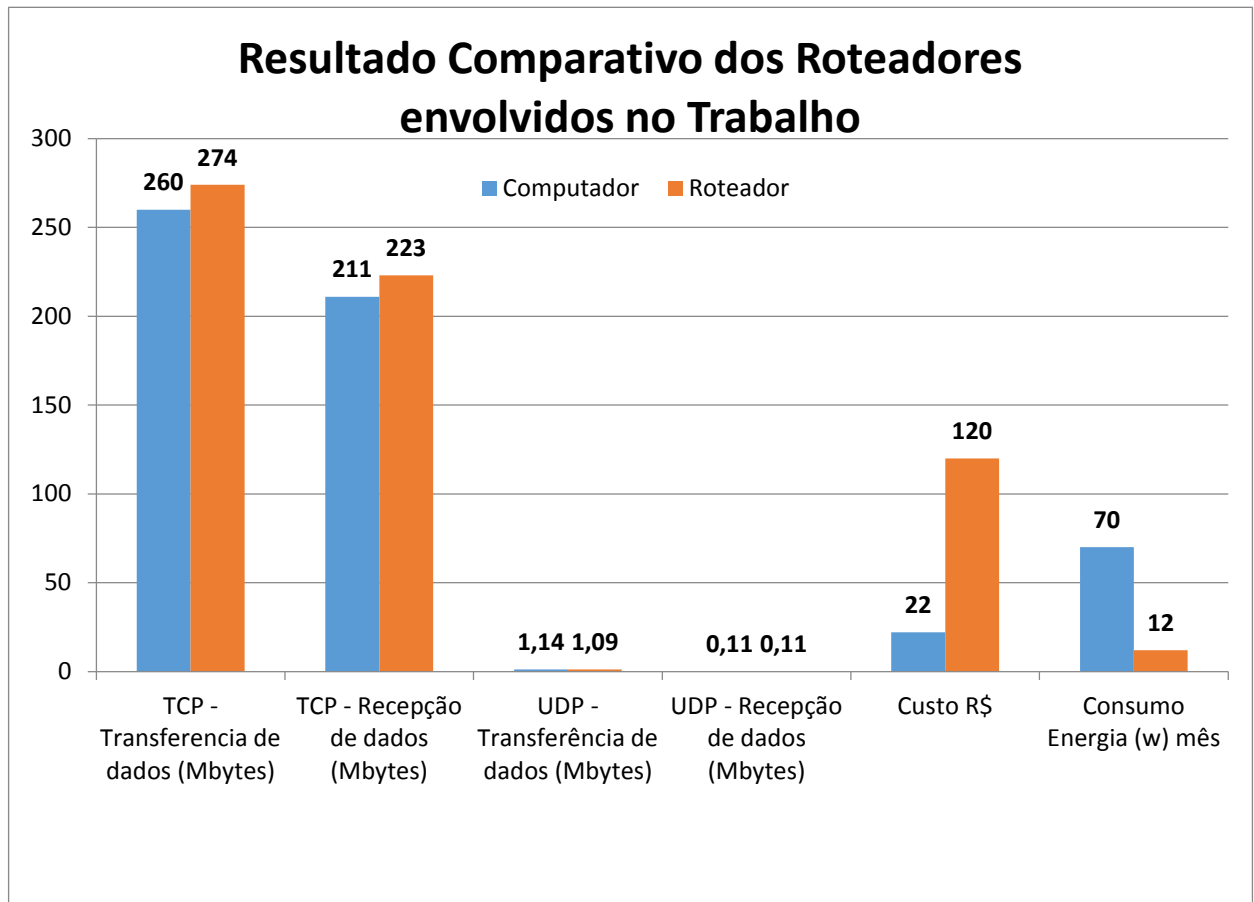
A Tabela 06 juntamente com o Gráfico 01 mostram os resultados propostos, entre os dois roteadores onde foi testado o caminho por onde o pacote está seguindo, ambos obtiveram resultados parecidos com 15 e 14 saltos em servidores cada um; foram efetuados os testes de tráfego de dados em modo TCP e UDP, no primeiro (TCP) o computador teve um desempenho um pouco menor, já no segundo modo (UDP) ambos obtiveram resultados parecidos; quanto ao custo foi levado em consideração o preço em R\$ de mercado de um AP convencional com baixa configuração e no PC se considerou o custo em R\$ adicional apenas de um pen drive de 8Gb (utilizado como memória flash) neste caso o computador conseguiu ser mais barato, e por fim foram efetuados os testes levando em consideração o consumo de energia, neste o roteador por ser alimentado por uma fonte de 12 volts levou a melhor em relação ao computador com uma fonte ATX de 300w, este tipo de fonte consome mais energia.

Tabela 06 – Apresentação dos resultados dos testes

Modelo Roteador	Tipo de Protocolo	Desempenho Médio em Mbytes		Custo em R\$	Consumo Energia (W) mês
		Transf.	Bandw.		
Computador obsoleto transformado em dispositivo de rede	TCP	260	211	R\$22,00	50~70
	UDP	1,14	0,11		
Roteador TPLINK – WR740N	TCP	274	223	R\$120,00	8~12
	UDP	1,09	0,11		

Fonte: Próprio autor

Gráfico 01 – Com dados dos resultados da pesquisa



Fonte: Próprio autor

Os testes de tráfego de dados, onde se verifica a taxa de recepção e envio de dados, entre cliente/servidor, foi utilizado um notebook core i5 2.4Ghz, HD 500Gb, Memória RAM de 6Gb, sistema operacional Windows 7 64 bits, o qual funcionou como servidor, neste mesmo notebook foi instalada uma máquina virtual (Oracle VM VirtualBox) também com Windows 7 64 bits, neste caso atuando como cliente.

É importante salientar que os resultados obtidos nos testes foram semelhantes. Mesmo com um desempenho um pouco melhor por parte do Roteador TP-LINK740N, não significa dizer que o trabalho de transformar o computador obsoleto em dispositivo de rede, não seja compensatório, mesmo por que os resultados de ambos foram muito parecidos, além de existir diversos fatores que podem ter influenciado nos testes, tais como, a utilização de uma máquina virtual como cliente para conexão com a máquina voltada para servidor, além da utilização de um link de internet compartilhado.

CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho ficou evidenciada, uma boa alternativa para a diminuição do lixo eletrônico no meio ambiente, utilizando-se da transformação de computadores obsoletos em dispositivo de redes, configurado com software embarcado OpenWrt (distribuição LINUX).

O crescimento desenfreado do consumo de bens da área de tecnologia torna eminente à preocupação com o descarte destes produtos, que ficarão obsoletos num curto espaço de tempo.

O desenvolvimento deste trabalho está relacionado à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), haja vista que o estudo impacta diretamente na diminuição de resíduos tecnológicos no meio ambiente.

Constatou-se com os testes comparativos nos roteadores que o trabalho torna-se viável, por conta dos resultados satisfatórios obtidos, entre eles o baixo custo da sua implementação, o consumo suportável de energia (consumo de uma CPU normal), a possibilidade de configuração de vários serviços de redes de acordo com as necessidades dos usuários tais como: o compartilhamento de arquivos e a criação de redes VPN, mostrados no decorrer do trabalho.

Entretanto, em algumas aplicações o computador ainda apresenta algumas limitações que necessitam de melhorias. A implementação e configuração da rede wireless, não logrou êxito por conta da incompatibilidade dos chipsets das placas de rede wifi adquiridas com a biblioteca dos drivers do firmware do OpenWrt. A miniaturização dos componentes para que se tenha mais mobilidade com o equipamento ou pelo menos uma proposta de alternativa para substituição do gabinete por um recipiente menor.

Com a possibilidade de estudos para aperfeiçoamento do trabalho pode ser desenvolvida a possibilidade de transformação na alimentação de energia deste computador por uma fonte menor, podendo utilizar uma fonte de 12 volts parecida com a fonte de um roteador convencional. Outra aplicação não tão distante seria o aproveitamento da baixa potência consumida pelos computadores para fazer estações de repetição de rede utilizando energia solar. Tendo em vista que a região nordeste apresenta grande potencial na geração desse tipo de energia.

Contudo, foi verificado neste trabalho que as mais diversas funções, ora citadas, podem ser realizadas sem nenhum tipo de perda, pelo contrário, podem ter

seu desempenho melhor que dispositivos de configuração parecida com a sua. O sistema foi capaz de realizar todas as funções propostas, além de tornar possível com a sua usabilidade, a diminuição do lixo eletrônico no meio ambiente.

Além da implementação prática descrita neste trabalho, alguns experimentos podem ser iniciados na tentativa de melhorar e complementar o funcionamento deste computador obsoleto transformado em dispositivo de rede de baixo custo.

Como trabalhos futuros esses experimentos incluem, configuração do acesso à rede wireless no dispositivo, implementação de outros recursos (softwares) possíveis no equipamento, trabalhos específicos para mudança da alimentação do dispositivo (alimentar equipamento com fontes convencionais de dispositivos como roteadores e notebooks ao invés da tradicional fonte de alimentação ATX), além de trabalhos com foco em diminuir o tamanho do gabinete onde se encontra instalados os componentes do computador.

REFERÊNCIAS E FONTES

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Presidência da República. Casa Civil. Sub chefia para assuntos jurídicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em: 18 jun. 2016.

BOF, Edson. **Segurança em redes wireless**, 2010. Disponível em: <http://br.monografias.com/trabalhos-pdf/seguranca-redes-wireless/seguranca-redes-wireless.pdf> Acesso em 26 nov. 2016.

BOTTENTUIT JUNIOR, J.B. **Do computador ao tablet: vantagens pedagógicas na utilização de dispositivos móveis na educação**. Revista EducaOnline, ISSN 1983-2664, Vol. 6, Nº 1, Jan/Abril 2012. Disponível em: <http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.php?journal=educaonline&page=article&op=view&path%5B%5D=291&path%5B%5D=416> Acesso em 28 nov.2016.

CAMPOS, L. F. L.; OLIVEIRA, M. **Gestão do resíduo tecnológico gerado pela tecnologia da informação**. Revista Eletrônica Machado Sobrinho, 2011. Disponível em: http://www.machadosobrinho.com.br/revista_online/publicacao/artigos/Artigo02REMS4.pdf Acesso em: 18 nov. 2016.

CELINSKI, T.M.; et al. Perspectivas para reuso e reciclagem do lixo eletrônico. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2., 2011. Londrina. **Anais...** IBEAS, 2011. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/III-020.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2016.

FERREIRA, D. C.; et al. **Reciclagem de lixo eletrônico**, 2010. Disponível em <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/download/559/389>> Acesso em 03 mai. 2016.

FRANCISCATTO, R. et al. **Redes de computadores**. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Agrícola de Frederico Westphalen, 2014. 116 p. Disponível em: http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/cafw/tecnico_informatica/redes_computadores.pdf Acesso em 24 nov. 2016.

GARCIA, R.. As consequências dos resíduos eletrônicos no meio ambiente e os impactos na sociedade. ETIC – Encontro de Iniciação Científica - ISSN 21-76-8498, 2012. Presidente Prudente. **Anais...** Toledo, 2012. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/revista/index.php/ETIC/article/viewFile/3976/3738> Acesso em: 28 nov. 2016.

GOMES, K. **Roteadores**. (Apostila). 2014. Disponível em: <http://www.cursodenegocios.com/wp-content/uploads/2014/12/Apostila-roteadores.pdf> Acesso em: 28 nov. 2016.

JORDÃO, P. **Raio X do notebook**. Revista Info Exame, ago. 2010. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/programa-reciclagem-raio-x-notebook-velho-infoexame-588742.shtml> Acesso em: 24 nov. 2016.

KALIK, S.; et al. **Lixo eletrônico: descarte sustentável**. 2011. Disponível em: <http://www.folgueral.com.br/wp-content/uploads/2013/11/CAPA1.pdf> Acesso em: 28 de novembro de 2016.

LUCCA, V. **Implantação e gerenciamento de uma rede sem fio nos domínios de um Campus Universitário**. 2010. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). Universidad e Federal de Lavras, Minas Gerais, 2010. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1>

/5209/1/MONOGRRAFIA_Implantacao_e_gerenciamiento_de_uma_rede_sem_fio_nos_dominios_de_um_campus_universitario.pdf Acesso em: 24 nov. 2016.

MAUDONET, R. L. **Estudo comparativo entre redes sem fio e redes cabeadas**. 2007. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). Faculdade de Jaguariúna, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://bibdig.poliseducacional.com.br/document/?view=50> Acesso em: 26 nov. 2016.

MATTOS, K. M. C.; PERALES, W. J. S. Os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico e o uso da logística reversa para minimizar os efeitos causados ao meio ambiente. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 28. 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** ABEPRO, 2008. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_stp_077_543_11709.pdf Acesso em: 26 jul. 2016.

MORIMOTO, C. E. **Iniciantes: entendendo os roteadores wireless**. 2011. Disponível em: <http://www.hardware.com.br/artigos/basico-entendendo-roteadores-wireless/>. Acesso em: 06 out. 2016.

NETO, J. A. T. C.; et al. **Avaliação de desempenho da rede do POP-PI**, 2008. Disponível em: http://www.pop-pi.rnp.br/system/uploads/article/archive/11/Athayde_aval_desempenho_2008.pdf Acesso em: 04 nov. 2016.

NICKEL, E. M.; BESSA, W. **Sistema embarcado com acesso sem fio**, 2010. Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/157.pdf> Acesso em: 26 nov. 2016.

RODRIGUES, A. **O negócio bilionário do lixo eletrônico**. Revista Istoé. Jan. 2016. Disponível em: http://www.istoe.com.br/reportagens/422443_O+NEGOCIO+BILIONARIO+DO+LIXO+ELETRONICO Acesso em: 10 jul. 2016.

Rodrigues, R. **OpenWrt: fazendo mágica com Linux no roteador – Parte 1**, 2012. Disponível em: <http://www.rodrigorodrigues.info/2012/01/05/openwrt-fazendo-magica-com-linux-no-roteador-parte-1/> Acesso em: 22 nov. 2016.

SANTOS, G. L. O. **Introdução às redes de computadores de hoje - Versão BETA 2**. (Apostila). 2009. Disponível em: https://fasul.edu.br/portal/files/biblioteca_virtual/7/introducaoasredesdecomputadoresdehoje.pdf

SILVA, J. R. N. Lixo eletrônico: um estudo de responsabilidade ambiental no contexto no Instituto de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Manaus Centro. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 1. 2010, Bauru. **Anais...** IBEAS, 2010. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2010/III-009.pdf> Acesso em: 26 de jul. 2016.

SPINOLA, G. G. **O cenário do lixo eletrônico no Brasil**, 2014. Disponível em: <http://esetal.meioambiente.com/o-cenario-do-lixo-eletronico-no-brasil/> Acesso em: 17 out. 2016.

SPITZCOVSKY, D. ONU lança primeiro mapa global de lixo eletrônico, 2013. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/onulanca-primeiro-mapa-global-lixo-eletronico-e-lixo-world-map-763469.shtml>. Acesso em: 17 jun. 2016.

SYMANTEC. **Implementando uma LAN sem fio segura**, 2006. Disponível em: http://www.symantec.com/region/br/enterprisesecurity/content/framework/BR_3074.html. Acesso em: 10 jun. 2016.

TOOTHMAN, J. **Os perigos do lixo eletrônico**. How Stuff Works: como tudo funciona. Jun.2008. Disponível em: <http://ambiente.hsw.uol.com.br/lixo-eletronico1.htm> Acesso em: 20 jun. 2016.

TRIGUEIRO, A. **Mundo sustentável: abrindo espaços na mídia para um planeta em transformação**. São Paulo: Globo, 2005. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=JGuWT7mLVgUC&oi=fnd&pg=PA7&dq=mundo+sustent%C3%A1vel&ots=yUG11-4L1U&sig=pfj3LJA7n-rPwQexlDR8Pc6Dq7w#v=onepage&q=mundo%20sustent%C3%A1vel&f=false> Acesso 26 nov. 2016.

TANENBAUM, A. S. **Computer Networks**. 5 ed. Tradução Vandenberg D. de Souza. Editora Campus, 2011. Disponível em: <http://www-usr.inf.ufsm.br/~rose/Tanenbaum.pdf> Acesso em 22 nov. 2016.

UEHARA, M. **Evolução dos microprocessadores utilizados nos computadores pessoais**, 2011. Disponível em: <http://www.fatecsp.br/dti/tcc/tcc0044.pdf> --- Acesso em 18 nov.2016.



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA
"JOSÉ ALBANO DE MACEDO"**

Identificação do Tipo de Documento

- () Tese
 () Dissertação
 (X) Monografia
 () Artigo

Eu, Garcio de Lima Lopes,
 autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de
 02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar,
 gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação
LIXO ELETRÔNICO: TRANSFORMAÇÃO DE COMPUTADORES
OBSOLETO EM DISPOSITIVOS DE REDES.
 de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título
 de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 24 de FEVEREIRO de 2017.

Garcio de Lima Lopes
 Assinatura
Garcio de Lima Lopes
 Assinatura