

# Provedor Redes de Computadores de Baixo Custo Usando LVS e Thin Clients

Alisson Schaurich, Fauzi Shubeita  
Curso de Tecnologia em Redes de Computadores  
Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM)  
Av. Santa Rosa, 2405 Três de Maio/RS Brasil  
alischaurch@gmail.com, shubeita@terra.com.br

Claudio Schepke  
Instituto de Informática  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Caixa Postal 15.064 - 91501-970 Porto Alegre/RS  
schepke@gmail.com

**Resumo**—O reaproveitamento de computadores obsoletos é uma alternativa de baixo custo para a implantação de telecentros e laboratórios de informática. Estes locais possibilitam o acesso da população às tecnologias de informação. Considerando as limitações destes computadores, este artigo propõe alguns métodos que podem ser utilizados para diminuir os gastos de infraestrutura de uma rede de computadores. A solução proposta para este caso utiliza a técnica de Thin-Clients, onde os nós clientes da rede realizam boot remoto do sistema operacional provido pelos servidores. Já o ambiente servidor usa Linux Virtual Server para prover suporte e tolerância a falhas aos clientes. Os resultados obtidos experimentalmente mostram que a solução é viável e com significativas reduções de gastos.

## I. INTRODUÇÃO

A exclusão digital é um dos diversos pontos negativos da exclusão social, decorrente da desigualdade na distribuição da renda. Em paralelo, apresentam-se ao público e as empresas, a digitalização de diversos serviços, fazendo com que o conhecimento das tecnologias de informação seja imprescindível para o crescimento pessoal e profissional do cidadão.

A partir desse conceito, nota-se que, com a redução de custos na implantação de redes de computadores, é possível disseminá-las, atingindo um número cada vez maior de pessoas.

Visando alcançar esses objetivos, e obter um maior conhecimento prático e analítico, foi desenvolvida a solução de cluster de computadores com balanceamento de carga e alta disponibilidade através da técnica LVS (*Linux Virtual Server*).

O presente artigo está estruturado em 3 seções, os quais apresentam os aspectos metodológicos, o referencial teórico e as análises dos resultados.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

O objetivo do LVS é o balanceamento de carga e a alta disponibilidade em clusters e servidores, criando a imagem de um único servidor "virtual". Virtual Server é um servidor altamente escalável e altamente disponível construído em um cluster de servidores reais.

A arquitetura de cluster de servidores é totalmente transparente aos usuários finais, que interagem com o sistema como se fosse apenas um servidor virtual de alto desempenho.

Os servidores reais e balanceador de carga podem ser interligados por uma rede local de alta velocidade ou geograficamente dispersos na WAN (Internet).

O balanceamento de carga pode encaminhar solicitações para diferentes servidores e fazer com que os serviços paralelos do cluster pareçam um serviço virtual em um único endereço IP.

A escalabilidade do sistema é atingida de forma transparente possibilitando adicionar ou remover nós do cluster. Alta disponibilidade é fornecida através da detecção de falhas dos nós do cluster ou daemons e reconfiguração o sistema de forma adequada.

Segundo o site do LVS Project (2011), são várias as técnicas de balanceamento de carga IP (métodos de encaminhamento de pacotes). Atualmente, Virtual Server pode ser estruturado de três maneiras:

- Virtual Server via NAT (VS/NAT).
- Virtual Server via IP Tunneling (VS/TUN).
- Virtual Server via Direct Routing (VS/DR) [1].

O Linux Terminal Server Project (LTSP), adiciona suporte a Thin-Clients para servidores Linux. LTSP é uma solução flexível e de custo eficaz que capacita escolas, empresas e organizações a instalar e implantar estações de trabalho facilmente. Um número crescente de distribuições de Linux inclui LTSP out-of-the-box.

Com essa solução, computadores antigos podem ser usados para navegar na Web, enviar e-mails, criar documentos e executar outros aplicativos de desktop. LTSP melhora o Custo Total de Posse (TCO), e proporciona maior valor em relação às soluções tradicionais de computação. Estações de trabalho LTSP podem executar aplicações a partir de servidores Linux e Windows.

Os protocolos utilizados para a inicialização do Thin-Client com o LTSP são respectivamente:

- **DHCP ou protocolo BOOTP:** Obtém um endereço IP válido a partir de um servidor DHCP em execução. O endereço IP é fornecido com base no endereço MAC da placa de rede.
- **Servidor TFTP:** Em execução no servidor que irá fornecer a imagem do sistema operacional para boot de máquinas diskless.
- **Protocolo NFS:** Está sendo usado para montar o diretório do servidor para fornecer um espaço de trabalho a máquina diskless.
- **XDMCP:** Fornece um mecanismo de X-Server emulando o X-Terminal para o cliente (Workstation, Diskless, PC, Thin-Client). Ele permite ao X-Server executar um ou vários aplicativos baseados em X Window que residem em um host. O X-terminal pode

ser exibido com uma janela individual ou múltiplas janelas, baseado na capacidade de software do X-client.

Em Thin-Clients, aplicativos e dados são armazenados no servidor e não em máquinas individuais. Thin-Clients usam partes diferentes da memória e poder de processamento do servidor que eles estão conectados, facilitando os serviços aos usuários.

Em contraste com a tecnologia mais antiga, tem interface visual colorida, que pode ser operada através do teclado ou mouse e rede Fast Ethernet, com 100 Mbps para acesso ao servidor.

Quando um usuário faz login no servidor de qualquer um dos Thin-Clients, é fornecido um ambiente desktop. Pode-se restringir o acesso de várias aplicações. O usuário vê apenas as aplicações que ele está autorizado (pelo administrador) a usar. Acesso a aplicações e o ambiente de trabalho podem ser bem monitorados e configurados pelo administrador do sistema.

Para um iniciante um Thin-Client nada mais é do que um PC limitado, sem leitor de CD-ROM, disquetes e discos rígidos. Estes dispositivos podem ser gerenciados de forma centralizada. Como todos os aplicativos são executados no servidor e não no Thin-Client, não exigem recursos locais poderosos.

Os benefícios de utilização de Thin-Clients são:

- Custo Total de Posse (TCO) baixo.
- Sistema de segurança centralizado e simples.
- Administração centralizada.
- Atualização de software centralizada.
- Controle remoto de usuários de desktops.
- Segurança de dados.
- Facilidade na manutenção.
- Escalabilidade.
- Proteção contra vírus.

O IPVS (IP Virtual Server) implementa balanceamento de carga de camada de transporte dentro do kernel do Linux, chamada de Layer-4 switching.

O IPVS rodando em um host funciona como um balanceador de carga na frente de um grupo de servidores reais, ele pode direcionar as solicitações TCP/UDP de serviços para a base dos servidores reais, fazendo com que os mesmos respondam aos usuários de forma transparente, como se fosse apenas um servidor [2].

### III. SOLUÇÃO PROPOSTA

A solução proposta baseia-se na montagem de uma rede de computadores de baixo custo, a qual utiliza como clientes, computadores diskless de baixa capacidade, conhecidos como Thin Clients.

O funcionamento dos Thin Clients será baseado na técnica de boot remoto, ou seja, as estações receberão o sistema operacional através da rede, utilizando seus recursos locais para tarefas básicas de gerenciamento do sistema operacional.

Para suprir a demanda da rede, serão utilizados servidores de boot remoto, os quais serão responsáveis por

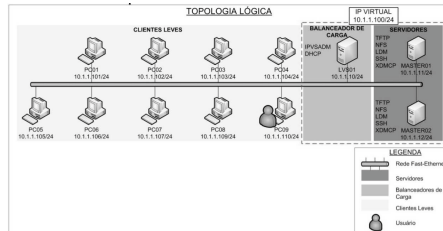


Figura 1. Topologia Lógica da Rede.

gerenciar o ambiente computacional, como inicialização, softwares disponíveis e permissões.

Com o objetivo de aproveitar a capacidade dos servidores da melhor maneira e adicionar tolerância a falhas (redundância) na rede, será realizada a técnica de cluster de balanceamento de carga, utilizando um baseado na técnica LVS (*Linux Virtual Server*).

Um dos servidores de boot remoto atuará também como balanceador de carga de backup, sendo que poderá assumir a função de balanceador de carga no caso de uma falha do nº primário.

Na Figura 1 é possível visualizar a Topologia Lógica da Rede de Computadores.

Verifica-se através da Figura 1 que todos os computadores estão interligados em uma topologia física em estrela, visto que a técnica VS/DR foi utilizada para a comunicação entre os servidores reais e o balanceador de carga. Identifica-se também que o ambiente servidor é visto pelos clientes como se fosse somente um servidor (10.1.1.100/24).

### IV. FUNCIONAMENTO DA REDE

Para a inicialização dos Clientes Leves, o funcionamento da rede se baseia em uma troca constante de informações e o uso de diferentes protocolos entre os clientes e o cluster.

No interior do cluster estão dispostos:

- **Um Balanceador de Carga:** Responsável pelo encaminhamento dos pacotes recebidos e escalonamento dos servidores reais para determinadas requisições.
- **Dois Servidores Reais:** Responsáveis por responder corretamente as requisições dos clientes, fornecendo sistema operacional pela rede e recursos de armazenamento distribuído.

A Figura 2 apresenta o fluxo dos pacotes de requisição e resposta no ambiente servidor.

As requisições dos clientes são tratadas através da técnica VS/DR (*Linux Virtual Server – Direct Routing*), onde, o pacote de requisição é enviado ao balanceador de carga, que encaminha para um dos servidores reais e a resposta é enviada diretamente para o cliente, "desviando" a comunicação do balanceador de carga.

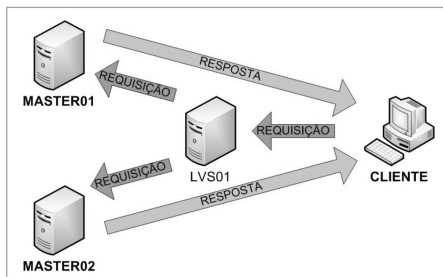


Figura 2. Fluxo de Encaminhamento de Pacotes nos Servidores.

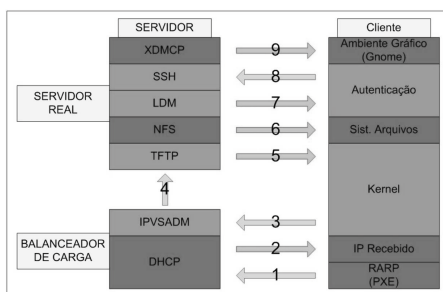


Figura 3. Comunicação Cliente-Servidor LTSP com LVS.

Através da técnica VS/DR, o balanceador de carga, tratando pacotes apenas para uma via, não é sobrecarregado, fazendo com que não se torne um "gargalo" para o desempenho da rede.

Observando a Figura 3 é possível discriminar os passos realizados para a inicialização do cliente pela rede:

- 1) A estação é ligada e envia suas informações de hardware em broadcast, solicitando um endereço IP na rede.
- 2) O endereço IP é fornecido ao cliente pelo balanceador de carga, o qual é também o servidor DHCP da rede.
- 3) A estação verifica o parâmetro *next server* do serviço DHCP, o qual está configurado para o IP virtual do cluster. O kernel é então solicitado ao balanceador de carga.
- 4) O balanceador de carga cumpre sua tarefa e escalona a requisição do kernel para um dos servidores reais.
- 5) O kernel é fornecido pelo servidor real através do protocolo TFTP.
- 6) Logo após, o Sistema de Arquivos é enviado e compartilhado na rede pelo protocolo NFS.
- 7) O serviço LDM envia a tela de login e gerencia a autenticação do cliente.
- 8) As informações de usuário e senha fornecidas pelo cliente são enviadas ao servidor por um túnel SSH.
- 9) Validadas as informações de usuário e senha, o

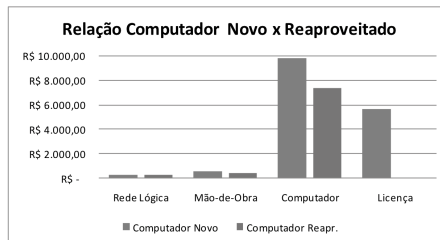


Figura 4. Gráfico de Relação Computador Novo × Reaproveitado.

ambiente gráfico (Gnome) é fornecido para o cliente através do protocolo XDMCP.

Para a redundância dos servidores reais e do balanceador de carga foram criados sistemas de monitoração através de envio e resposta de pacotes ICMP, os quais, caso recebido como falha de resposta acionam os sistemas e reconfiguração dos servidores para a readequação do ambiente servidor e a sincronização dos sistemas de arquivos, bem como os serviços de balanceamento de carga.

#### V. ANÁLISE DE VIABILIDADE

As grandes empresas fabricantes de computadores, como IBM, HP e Dell estimam que a vida útil de um computador é, em média, de 5 anos para desktops e 4 anos para notebooks. Outras empresas como a Itautec trabalham com 3 anos de vida útil para desktops e notebooks. Muitas vezes, a evolução da tecnologia acaba tornando obsoleto equipamentos antes mesmo do período de encerramento da vida útil dos mesmos.

Financeiramente, a depreciação anual de equipamentos de TI é de 20%, fazendo com que o equipamento perca seu valor contábil em 5 anos. Esse índice é muito utilizado para cálculos de ROI (Retorno Sobre Investimento).

Porém, muitas vezes é possível constatar que mesmo decorrido todo o período de vida útil estimado pelo fabricante, alguns computadores continuam apresentando bom estado de conservação e funcionamento.

Pensando nesse fato, buscou-se encontrar uma maneira de reutilizar os computadores que se mantiveram conservados após o período de vida útil, tornando-os úteis para tarefas que exijam menos tempo de disponibilidade, confiabilidade e desempenho.

Para o estudo da viabilidade da solução foi realizado um comparativo entre a solução desenvolvida na pesquisa, com computadores reaproveitados e sistema operacional Linux e uma solução de rede de computadores tradicional, com computadores novos e sistema operacional proprietário.

A Figura 4 apresenta um comparativo entre as estimativas de gastos entre as soluções tradicional e com computadores reaproveitados.

É possível verificar que para a implantação de uma rede com computadores reaproveitados os custos são mais elevados com a Rede Lógica, visto que são necessários

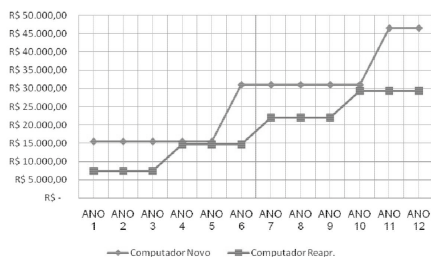


Figura 5. Gráfico de Estimativa de Gastos para 12 Anos.

mais pontos de rede, pois a topologia possui 12 hosts dispostos.

Em contrapartida, para a implantação de uma rede com computadores novos, os custos são consideravelmente mais elevados para a Mão de Obra, Computador e Licenças. Os gastos com Mão de Obra são mais elevados devido a necessidade de instalação de sistema operacional e configuração dos mesmos para 9 hosts, ao invés de somente 3, como na topologia de baixo custo.

A partir dessas informações, verifica-se que é possível obter uma economia de gastos de até 50% com a utilização de computadores reaproveitados para a implantação de redes novas no modelo de cluster VS/DR.

Outro fator que deve ser analisado com atenção é se ao longo do tempo a solução de baixo custo se mantém com menores custos em comparação com a utilização de computadores novos, visto que computadores novos possuem vida útil de 5 anos, e os reaproveitados uma estimativa de 3 anos. A Figura 5 apresenta a estimativa de gastos para 12 anos, considerando os dois casos de tempo de vida útil.

Nessa figura, é possível observar que, para a rede de baixo custo, a partir do Ano 4 os gastos ficam muito próximos entre os dois métodos, porém, a partir do Ano 6, com a substituição dos computadores novos os gastos sofrem um grande aumento, além de que, os gastos com a estrutura de computadores novos aumenta com o passar dos anos em relação a topologia com computadores usados.

A partir dessas informações, é possível constatar que a solução proposta é viável na implantação e também a longo prazo, visto que, os gastos com a estrutura se tornam menores com relação a topologia com computadores novos.

	PROCESSO NORMAL	REAPR. DE COMPUTADORES
<b>Vantagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Renovação constante da tecnologia;</li> <li>* Garantia do fabricante de 1 a 3 anos;</li> <li>* Maior confiabilidade;</li> <li>* Maior desempenho;</li> <li>* Necessidade de renovação dos computadores somente após 5 anos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Colaboração com o meio ambiente;</li> <li>* Inclusão digital de pessoas carentes com a doação dos equipamentos;</li> <li>* Tolerância a falhas dos servidores e agilidade na substituição de clientes;</li> <li>* Gerenciamento centralizado da rede;</li> <li>* Baixo custo para implantação;</li> <li>* Renovação de Sistema Operacional sem custos com licenças.</li> </ul>
<b>Desvantagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Custo elevado para a implantação;</li> <li>* Aumento desordenado de lixo eletrônico;</li> <li>* Descentralização do gerenciamento da rede;</li> <li>* Custos com licenças para renovação de Sistemas Operacionais;</li> <li>* Processo lento para substituição de clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Utilização de tecnologia legada;</li> <li>* Dificuldade para suporte e substituição de peças;</li> <li>* Menor confiabilidade;</li> <li>* Baixa capacidade de desempenho;</li> <li>* Necessidade de substituição dos computadores a cada 3 anos ou antes.</li> </ul>

Figura 6. Comparativo entre as Vantagens e Desvantagens das soluções.

Baseado nas estimativas de custos e nos valores obtidos através da implantação da solução levantada no decorrer da pesquisa, constata-se uma redução de custos de aproximadamente 50% para a solução desenvolvida em comparação com a solução tradicional para a implantação e após decorridos 12 anos de uso de ambas as soluções, constata-se uma redução da diferença para 40% dos custos, evidenciando assim a viabilidade da solução com LVS, LTSP e Thin Clients.

A Figura 6 apresenta um comparativo das vantagens e desvantagens dos dois tipos de redes abordados ao longo do estudo.

É possível constatar através da exposição de pontos fortes e pontos fracos de cada método, que o reaproveitamento de computadores apresenta mais vantagens quando implantada em entidades carentes, que possuem dificuldades para a busca de recursos, já que grande parte dos computadores é recebida através de doações de empresas.

#### REFERÊNCIAS

- [1] M. Pitanga, *Construindo Supercomputadores com Linux*. Brasport, 2008.
- [2] S. ANSARI, N. TIWARY and N. AGRAWAL, *Practical Handbook of Thin-Client Implementation*. New Age International, 2005.