

## **INCLUD: TRABALHANDO A INCLUSÃO DIGITAL PARA ESCOLAS PÚBLICAS E COMUNIDADES CARENTES**

**Jefferson ARANHA (1);(2)Elionildo MENEZES;(3) Aécio PIRES;(4)Marcus PINHO;(5)Pedro PAIVA;**

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba (CEFET-PB), Av. 1º de Maio, 720, 58015-180, Jaguaribe, João Pessoa - PB, (83)3208-3000, e-mail: [jefferson.aranha@gmail.com](mailto:jefferson.aranha@gmail.com)

(2) CEFET-PB, e-mail: [elionildo@cefetpb.edu.br](mailto:elionildo@cefetpb.edu.br)

(3) CEFET-PB, e-mail: [pedro.gustavo@gmail.com](mailto:pedro.gustavo@gmail.com)

(4) CEFET-PB, e-mail: [aeciopires@gmail.com](mailto:aeciopires@gmail.com)

(5) CEFET-PB, e-mail: [marcus.vinicyus@gmail.com](mailto:marcus.vinicyus@gmail.com)

### **RESUMO**

Este resumo tem por objetivo mostrar uma solução tecnológica e economicamente viável, para difundir a relação da idéia inclusão digital utilizando *software* livre como ponto fundamental para o desenvolvimento tecnológico e cultural do país. Será realizado um estudo de caso sobre o projeto, implementação e avaliação de um laboratório baseado em sistema operacional *Linux* e na tecnologia LTSP (*Linux Terminal Server Project*), visando o reaproveitamento de computadores ultrapassados e terminais de baixo custo, provendo assim um ambiente de trabalho em rede. As distribuições *Linux* Ubuntu e Debian foram cogitadas para serem usadas como sistemas operacionais – tanto no servidor como nos terminais – neste estudo devido a sua facilidade de instalação, gerenciamento e compatibilidade com a tecnologia LTSP. Para implantar um sistema baseado em reaproveitamento de *hardware* teremos que lidar com uma variedade de equipamentos em um mesmo ambiente de laboratório apresentando desta maneira uma dificuldade técnica que, por sua vez, poderá ser contornada com a análise de componentes de *hardware* – como placas de rede e BIOS (*Basic Input Output System*) para obtenção de *drivers* desses dispositivos. A metodologia empregada contemplará o estudo de técnicas para viabilizar a construção de unidades de inclusão como telecentros, laboratórios escolares e bibliotecas virtuais. O principal resultado esperado será a implementação de um modelo de laboratório para aulas de informática básica e acesso à Internet, reaproveitando computadores obsoletos existentes no próprio CEFET/PB, que poderá ser implantado em escolas públicas e comunidades carentes.

**Palavras-chave:** inclusão digital, LTSP, *software* livre, *Linux*, reaproveitamento de *hardware*.

## 1. INTRODUÇÃO

Há alguns anos o número de pessoas que têm acesso às Tecnologias da Informação tem aumentado significativamente nos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, graças ao avanço tecnológico e a adoção de políticas públicas de inclusão digital.

Motivado pela a queda do dólar e a estabilidade econômica do Brasil, podemos encontrar computadores a venda por preços bastante acessíveis, o que permitiu as várias famílias adquirir o seu primeiro computador. Uma pesquisa feita pela *Networks Wizards*, disponível no endereço eletrônico <http://www.cetic.br/hosts/2007/index.htm>, mostra que no período de janeiro a julho 2007 a quantidade de computadores no Brasil aumentou de 7.422.440 para 8.264.709 ocupando a 9º posição no *ranking* mundial.

O número de usuários com acesso a Internet no Brasil também aumentou, mas em uma escala maior do que o número de computadores. Possivelmente isso aconteceu graças a abertura de novas *LAN Houses*, a implantação de novos telecentros e o desenvolvimento de projetos de inclusão digital em escolas público-privadas. Isso também pode ser confirmado em uma outra pesquisa feita por um órgão da Organização das Nações Unidas - ONU, a União Internacional das Telecomunicações - UIT, que mostra que o número de usuários brasileiros que tinham acesso a Internet aumentou de 14.3 milhões para 22 milhões, no período de 2002 a 2004. Essa pesquisa foi publicada e atualizada em agosto de 2006 e encontra-se disponível no *site* <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/SeriesDetail.aspx?srid=608&crd=>.

O governo brasileiro está investindo em programas de inclusão digital como: o Programa Computador para Todos (<http://www.computadorparatodos.gov.br>), que financia computadores para famílias de baixa renda; o Programa um *Laptop* por Criança ([www.olpc.com](http://www.olpc.com)) que oferece *laptop* a preço acessível para estudantes de escolas públicas; o apoio a desenvolvimento de soluções tecnológicas usando *Software* Livre, o que reduz o custo com licença de *softwares* proprietários; além de contribuir com o desenvolvimento de projetos como o Casa Brasil ([www.casabrasil.gov.br](http://www.casabrasil.gov.br)) que visa à implantação de telecentros e a capacitação em informática de comunidades carentes em todo o país.

Com este mesmo objetivo: promover a inclusão digital, o INCLUD, um projeto desenvolvido no Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba - CEFET/PB, propõe a criação de um meio sustentável de combate à exclusão digital levando aos segmentos menos favorecidos da sociedade, o convívio com a informatização.

Nas próximas sessões deste artigo serão apresentados o INCLUD e a suas contribuições para o desenvolvimento de ferramentas de inclusão digital, como também as tecnologias envolvidas na criação do laboratório modelo para aulas de informática básica e acesso à Internet em escolas públicas, o cenário de testes, os resultados alcançados, as considerações finais e as referências utilizadas na construção deste artigo.

## 2. O INCLUD

O INCLUD é um projeto desenvolvido no CEFET/PB que tem o objetivo de promover a inclusão digital utilizando *Software* Livre. Tal objetivo, em nossa visão, pode ser alcançado através da adoção e implantação de Políticas estruturais, ao invés de políticas compensatórias, com assistência e do envolvimento da Sociedade.

O público alvo do projeto são as comunidades, jovens e outros segmentos identificados cuja situação sócio-econômica imponha dificuldade de acesso aos benefícios das novas tecnologias de comunicação e informação.

O projeto pretende reaproveitar os computadores considerados obsoletos na implantação de um laboratório modelo com terminais de baixo custo baseado em *software* livre que poderá ser utilizado nas escolas públicas.

O INCLUD é formado por Aécio Pires, Francinaldo Nunes, Jefferson Aranha, Marcus Vinícius, Pablo Ramon, Pedro Gustavo e Paulo Vinícius, alunos do Curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores do CEFET/PB, sob orientação e coordenação do professor Elionildo Menezes.

### 3. AS TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS

Para combater a exclusão digital em comunidades carentes, não basta apenas vender equipamentos de informática a baixo custo é necessário desenvolver soluções de *software* de baixo custo que supram as reais necessidades dos futuros usuários e que exijam o mínimo de recurso de *hardware* possível.

Durante a realização de pesquisas por Tecnologias da Informação, O INCLUD decidiu utilizar as ferramentas de *Software* Livre para a implantação de um laboratório modelo por permitir a modificação do código fonte do programa o que facilita bastante na adaptação do *software* para as necessidades do projeto e dos usuários, além de ser licenciado pela *GPL-General Public License* (<http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>).

O sistema operacional adotado pelo projeto foi *GNU/Linux*. Este sistema operacional é desenvolvido por uma enorme comunidade de desenvolvedores espalhados pelo mundo, possuindo o código fonte livre e suporte para várias arquiteturas de *hardware*. Ele pode ser obtido sob a forma de distribuições, disponíveis no mercado.

As distribuições *GNU/Linux* adotadas pelo projeto foram: a *Debian Sarge 3.1* e o *Ubuntu Feist Fawn 7.04*. O Debian apresenta a configuração e instalação do sistema bastante simples, embora possua um ambiente gráfico bastante desatualizado, necessitando a substituição de vários aplicativos. Já o *Ubuntu*, possui um ambiente gráfico bastante atualizado, sendo altamente recomendado para os usuários que estão migrando para este sistema.

Todas essas tecnologias citadas anteriormente ainda não são suficientes para implantar o laboratório modelo, reaproveitar computadores antigos e permitir a inclusão de pessoas de baixa renda com os aplicativos atuais, pois estes computadores obsoletos não possuem o poder de processamento e gerenciamento mínimo requerido pelos *softwares*. É necessário o uso de uma ferramenta que atenda a esta necessidade. O INCLUD, nas pesquisas realizadas, adotou a ferramenta LTSP (<http://www.ltsp.org>), que mostrou ser bastante eficiente na solução desse problema.

O LTSP - *Linux Terminal Server Project* é um projeto de *software* livre e gratuito para o sistema operacional *GNU/Linux* sob licença GPL que possibilita o uso de um computador por vários terminais de acesso remoto.

Há um servidor principal (um computador de melhor performance, no qual está instalado o LTSP) e vários clientes conectados via rede a este servidor. Estes clientes somente são à saída do processamento do servidor, por isso, não necessitam do uso de discos rígidos. Uma imagem do sistema operacional do servidor é carregada via rede. Um servidor LTSP com processador de 3 GHz de *clock* e 2 GB de memória RAM, por exemplo, é possível conectar trinta clientes com processadores *Pentium* com *clock* de 100 MHz utilizando aplicações *GNU/Linux* de última geração a partir do servidor LTSP com bom nível de processamento e gerenciamento.

O projeto LTSP foi criado por James McQuillan, nos Estados Unidos. Hoje, o projeto é mantido por vários desenvolvedores, sendo um grande sucesso no mundo todo, principalmente nos países em desenvolvimento na implantação de soluções de inclusão digital.

Esta tecnologia é utilizada como solução para performance de computadores antigos e para implementação de redes de computadores à baixo custo, pois é possível remover o disco rígido, disquete, CD-ROM e adicionar apenas uma placa de rede com suporte a *boot* (inicialização do sistema operacional) por rede. Motivo este pelo qual é usada em escolas e telecentros por todo o mundo. A idéia central do LTSP é prover um servidor completo para terminais, com alto nível de gerenciamento.

### 4. PROTOCOLOS UTILIZADOS

O INCLUD utilizou as tecnologias apresentadas na sessão anterior para criar um laboratório modelo dentro do CEFET/PB, de forma que se possa oferecer o acesso a Internet e o uso de aplicativos robustos em computadores de pequeno poder de processamento, reaproveitando assim esses equipamentos de informática considerados obsoletos na criação de uma infra-estrutura tecnológica que possibilite a inclusão digital em escolas a baixo custo.

Protocolos integrados pelo LTSP:

- DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) – responsável pela configuração dinâmica do endereço IP dos terminais clientes.
- TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*) - utilizado para a transmissão de pequenos arquivos entre os computadores de uma rede, tais como terminais remotos ou clientes que queiram iniciar uma sessão com um servidor.
- NFS (*Network File System*) - permite que um computador servidor compartilhe seus arquivos e pastas com outros computadores na rede.
- XDMCP (*X Display Manager Control Protocol*) - atua como um protocolo de compartilhamento de interface gráfica no sistema operacional *GNU/Linux* entre o servidor LTSP e os clientes.
- PXES (*Preboot Execution Environment System*) - solução *GNU/Linux* que funciona em computadores clientes que se conecta a um servidor, que processa todas as aplicações da rede.

## 5. OPERAÇÃO DE UMA REDE LTSP

Em uma rede que utilize LTSP, as estações ao serem ligadas executam o seguinte procedimento de inicialização: cada estação cliente é inicializada através de uma imagem de *boot* (inicialização). Após a inicialização do sistema, o cliente faz uma requisição ao servidor DHCP que está instalado no servidor onde está configurado o PXES. Ao detectar a requisição, o servidor fornece ao cliente as informações necessárias para que ele ingresse na rede. Em seguida, via TFTP, o servidor envia para o cliente uma imagem que contém todo o sistema operacional necessário para o funcionamento. Esse sistema será executado totalmente em sua memória RAM. Finalizada esta etapa, o cliente poderá mostrar o *login* (registro de usuário) gráfico, que será executado a partir do servidor. O cliente local só é usado para mostrar na tela o resultado das operações executadas pelo servidor. Em questões de *hardware* utilizado, tanto para o cliente como para o servidor, podemos considerar as mesmas configurações que citamos como satisfatórias para um *Terminal Server* utilizando a tecnologia LTSP. A figura 1 mostra em detalhes o processo de comunicação entre um cliente e o servidor LTSP durante a fase de *boot*



Figura 1: Processo de *boot* de um cliente através do protocolo PXES a partir do servidor LTSP.

Em um computador comum, não é utilizada toda sua capacidade de processamento quando um usuário utiliza a Internet, edita um texto ou escuta música, por exemplo. Grande parte do tempo, o processador fica ocioso e utiliza uma porcentagem muito baixa de utilização. Analisando um servidor LTSP, mesmo com muitas máquinas ligadas a ele, utilizando seus recursos, essa porcentagem de utilização continua muito baixa, não chegando nem a 15% do processamento total do servidor. Assim, quando um usuário tenta executar um programa a partir de um cliente, quase sempre encontra o processador livre, como se ele tivesse sozinho no servidor. A memória RAM (*Read Access Memory*) é compartilhada de uma maneira bem interessante. Os aplicativos são carregados na memória do servidor apenas uma vez, independente do número de usuários que o utilizem simultaneamente. O sistema carrega o aplicativo uma vez, e depois passa a abrir diferentes sessões do mesmo programa, tornando o carregamento mais rápido e o uso da memória otimizado.

## 6. O CENÁRIO DE TESTES

O cenário de testes na implantação do laboratório modelo proposto pelo INCLUD foi realizado em um dos laboratórios do Curso Superior de Redes de Computadores do CEFET-PB. Nele existem 10 computadores com características de *hardwares* bastante variáveis e com pouco poder de processamento e um servidor LTSP de alta capacidade de acordo com a Figura 2.

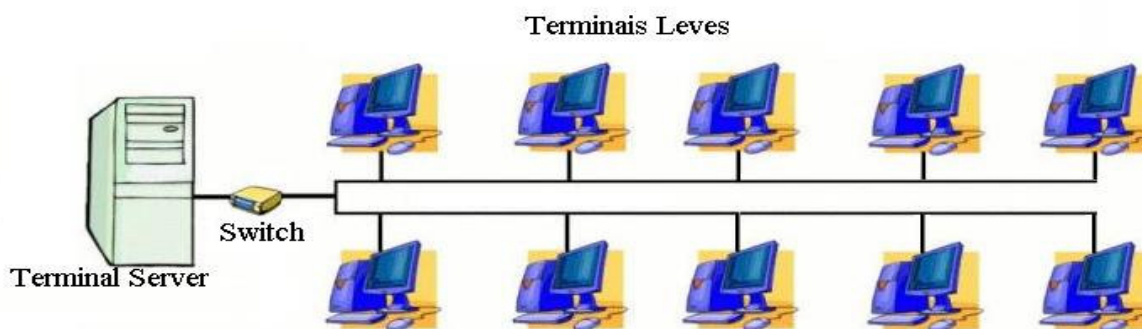


Figura 2: Esquema ilustrativo do laboratório modelo proposto pelo INCLUD.

No laboratório modelo foi utilizado um servidor com processador *Intel Pentium 4* de *clock* de 2.4 GHz, 1 GB de memória RAM e disco rígido de 80 GB. Os terminais clientes eram obsoletos e possuíam processador com *clock* que variava de 267 a 400 MHz e 128 MB memória RAM.

## 7. RESULTADOS OBTIDOS

Com os testes efetuados no laboratório observamos que:

- Com a ferramenta LTSP foi possível montar o laboratório modelo reaproveitando de computadores obsoletos, o que diminuiu o custo de *hardware*;
- O compartilhamento de recursos de redes como arquivos e Internet foram realizados de forma instantânea.
- Cada aplicação requisitada pelo cliente foi carregada uma única vez no servidor LTSP e a execução de uma mesma aplicação para diversos clientes aconteceu em diferentes instâncias simultâneas, otimizando o uso da memória RAM;
- O armazenamento dos dados de cada cliente aconteceu de forma centralizada no servidor;
- Houve um aumento bastante significativo do tráfego de rede e uma alta carga de processamento e acesso ao disco no servidor LTSP;

- Em momentos em que foi simulado algum problema no servidor, todos os computadores conectados a ele ficaram inutilizados.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizando a ferramenta LTSP é possível combater a exclusão digital em comunidades de baixa renda montando um laboratório de informática a baixo custo, reaproveitando computadores obsoletos, para oferecer cursos e treinamentos às pessoas.

Nos testes realizados pelo projeto INCLUD, os terminais clientes se conectaram ao servidor LTSP com sucesso e o mesmo executava as aplicações clientes com bastante eficiência sem apresentar sobrecarga do processador, mas com pouca capacidade de memória livre, o que seria inviável se por acaso quiséssemos adicionar mais terminais.

A perspectiva é que possamos em testes futuros trabalhar no redimensionamento do servidor LTSP para conectar mais terminais clientes, além de desenvolvermos uma ferramenta de gerenciamento deste servidor e proporcionarmos treinamento e suporte as pessoas que se interessarem em montar um laboratório com características similares ao proposto neste artigo.

## REFERÊNCIAS

**CETIC-BR Comitê Gestor da Internet no Brasil.** Disponível em:  
<<http://www.cetic.br/hosts/2007/index.htm>> Acesso em: 06 ago 2007.

**Guia do Hardware.Net – Configurando Servidores LTSP.** Disponível em:  
<http://www.guiadohardware.net/guias/01/>> Acesso em: 06 ago 2007.

**Linux Terminal Server.** Disponível em: <<http://www.lts.kit.net/conceito.htm>> Acesso em: 06 ago 2007.

**PROPUS Informática Ltda – LTSP - Linux Terminal server Project.** Disponível em:  
<<http://www.propus.com.br/view/solutions/lts>> Acesso em: 06 ago 2007.

JUNIOR, AMADEU. **LTSP – Linux Terminal Server Project: Explicações Básicas.** Disponível em:  
<<http://twiki.im.ufba.br/bin/view/Graco/LTSP>> Acesso em: 06 ago 2007.

**Governo Federal – Programas de Inclusão Digital.** Disponível em:  
<<http://www.inclusaodigital.gov.br/inclusao/outros-programas>> Acesso em: 06 ago 2007.

**Wikipedia – Inclusão Digital.** Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Inclus%C3%A3o\\_digital](http://pt.wikipedia.org/wiki/Inclus%C3%A3o_digital)>  
Acesso em: 06 ago 2007.

MENDES, ANTÔNIO DA SILVA FILHO. **Os Três Pilares da Inclusão Digital.** Disponível em:  
<<http://www.espacoacademico.com.br/024/24amsf.htm>> Acesso em: 06 ago 2007.

AMADEU, SÉRGIO DA SILVEIRA. **Inclusão Digital, Software Livre e Globalização Contra-Hegemônica.** Disponível em: <[http://www.softwarelivre.gov.br/softwarelivre/artigos/artigo\\_02](http://www.softwarelivre.gov.br/softwarelivre/artigos/artigo_02)> Acesso em: 06 ago 2007.

**ISC – Internet System Consortium.** Disponível em: <<http://www.isc.org/index.pl?/ops/ds/>> Acesso em: 06 ago 2007.

**Millenium Development Goals Indicators.** Disponível em:  
<<http://mdgs.un.org/unsd/mdg/SeriesDetail.aspx?srid=608&crid>> Acesso em: 06 ago 2007.

**UFSM - Universidade Federal de Santa Maria. Estatísticas da Internet.** Disponível em:  
<<http://www-usr.inf.ufsm.br/~cacau/elc202/glaucia/#4.1>> Acesso em: 06 ago 2007.

**Projeto Casa Brasil - Conhecimento e Cidadania Morando Juntos.** Disponível em:

<[http://www.casabrasil.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=37&Itemid=34](http://www.casabrasil.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=37&Itemid=34)> Acesso em: 06 ago 2007.

**Programa Computador para Todos.** Disponível em:

<[http://www.computadorparatodos.gov.br/noticias/20070516\\_01](http://www.computadorparatodos.gov.br/noticias/20070516_01)> Acesso em: 06 ago 2007.

**ASSEPA-SP Acessa São Paulo de Inclusão Digital.** Disponível em:

<<http://www.acessasp.sp.gov.br/html/modules/news/index.php?storytopic=11&start=10>> Acesso em: 06 ago 2007.

**Ministério das Comunicações Governo investe em Programas para Aumentar o Acesso a**

**Informática.** Disponível em: <<http://www.idbrasil.gov.br/noticias/notflp5>> Acesso em: 06 ago 2007.

**SERPRO - Serviço Federal de Processamento de Dados A Inclusão Digital com o Caminho para o Desenvolvimento.** Disponível em: <[http://www.serpro.gov.br/noticiasSERPRO/20070503\\_04](http://www.serpro.gov.br/noticiasSERPRO/20070503_04)> Acesso em: 06 ago 2007.

**SERPRO - Serviço Federal de Processamento de Dados. MEC Investe na Inclusão Digital para Capacitar Professores.** Disponível em: <[http://www.serpro.gov.br/noticiasSERPRO/20040728\\_10](http://www.serpro.gov.br/noticiasSERPRO/20040728_10)>

Acesso em: 06 ago 2007.

**Palestras - Gustavo Barbieri.** Disponível em :

<[http://www.inf.unisinos.br/~paschoal/arqs\\_gerencia\\_redes/trabs/grad/LTSP.pdf](http://www.inf.unisinos.br/~paschoal/arqs_gerencia_redes/trabs/grad/LTSP.pdf)> Acesso em: 06 de ago 2007

**Palestras - Gustavo Barbieri.** Disponível em:

<<http://palestras.gustavobarbieri.com.br/ltsp/apresentacao.pdf>> Acesso em: 06 de ago 2007

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus por nos presentear com a dádiva do conhecimento e a todos os demais que nos ajudaram diretamente ou indiretamente no desenvolvimento do projeto INCLUD.