

SIGEDOM: UMA DISTRIBUIÇÃO DE CÓDIGO ABERTO PARA ADMINISTRAÇÃO DE REDES INFORMÁTICAS EM CONTEXTO ESCOLAR

Hélio P. G. Lameiras¹

Resumo

O presente artigo faz parte de uma investigação académica sobre o desenvolvimento de uma distribuição em código aberto direcionada para as instituições de ensino, capaz de gerir diversos serviços de rede através de ambientes gráficos, simplificando a complexa administração de redes Linux e reduzindo significativamente custos de licenciamentos de software. Levou-se a efeito um estudo de diversos módulos e aplicações, os quais pelas suas boas características tecnológicas foram agrupados e configurados, apresentando-se no final perante o administrador de rede como um sistema único e centralizado de gestão de redes informáticas. Os resultados evidenciaram um sistema capaz de responder a um conjunto de funcionalidades identificadas como essenciais na gestão de serviços de rede, libertando recursos financeiros gastos em licenças comerciais pelas instituições de ensino, passíveis de serem investidos em outras áreas relevantes para a evolução e bom funcionamento das mesmas.

Palavras-chave: Gestão de Serviços de Rede; Instituições de Ensino; Distribuição em Código Aberto; Sistema Operativo; SIGEDOM.

Abstract

This article is part of an academic research on the development of an open source distribution directed to educational institutions, able to manage several network services through graphical environments, simplifying complex management of Linux networks and significantly reducing software licensing costs. It took out a study of various modules and applications, which by its good technological characteristics were grouped and configured, appearing at the end to the network administrator as a single and centralized system for managing computer networks. The results showed a system able to respond to a set of features identified as essential in the service network management, releasing financial resources spent on commercial licenses by the institutions which may be invested in other relevant areas to the evolution and good functioning of those.

Keywords: Network Services Management; Educational Institutions; Open Source Distribution; Operating System; SIGEDOM.

¹ Mestre em Desenvolvimento de Software e Sistemas Interativos pela Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco. (hlameiras@ipcb.pt)

1. Introdução

A crescente dependência pelas tecnologias da informação nos diversos sectores de atividade, impulsiona o crescimento das redes informáticas em termos de dimensão e complexidade, sendo necessário adquirir ou desenvolver *software* para realizar a sua gestão e administração.

Atualmente, a verba despendida pelo Estado português em licenças de software é considerável, pelo que grande parte das instituições de ensino vê o seu próprio orçamento limitado perante esta realidade. Estes custos de licenciamento podem ser diminuídos, pois existe uma vasta oferta de *software* livre, estável e de qualidade tão boa que em muitos casos se torna superior às versões pagas. Existe assim a possibilidade de libertar importantes recursos, os quais poderão ser investidos no campo da investigação, formação de alunos e docentes, aquisição de equipamentos escolares entre outras infraestruturas.

Nas instituições de ensino, existem necessidades comuns, pois em todas elas existem alunos, docentes e funcionários, bem como serviços semelhantes. A gestão de determinados serviços nomeadamente no campo informático, tais como a gestão de utilizadores, Internet, correio eletrónico, áreas de armazenamento, controlo de acessos, monitorização, entre outros, podem ser controlados por plataformas comerciais do tipo Windows ou de código aberto do tipo Linux.

Entre estas duas plataformas que se destacam por serem as mais populares, encontramos duas realidades distintas, por um lado a plataforma Windows que utiliza ambientes gráficos na gestão da rede e requer o pagamento considerável de licenças e por outro lado a plataforma gratuita Linux, que utiliza como principal ferramenta de administração da rede local a linha de comandos.

Inicialmente os utilizadores de Linux só dispunham da linha de comandos, mas atualmente já existem vários ambientes gráficos do tipo *desktop* como o Gnome e o KDE embora mais limitados e menos versáteis que o Windows. Segundo Fernando Pereira, “*os ambientes gráficos não são tão versáteis como a linha de comandos, mas são muito mais fáceis de utilizar para os novos utilizadores, que conseguem trabalhar sem ter de possuir grandes conhecimentos acerca do sistema que está por baixo. A linha de comandos só apresenta desvantagens nos primeiros tempos, até o utilizador aprender a usar os comandos mais frequentes*” (2005:6).

Tendo em conta esta desvantagem inicial, os utilizadores que pretendem administrar uma rede com Linux e que sejam detentores de fracos conhecimentos na linha de comandos, têm tendência a desistir pela dificuldade encontrada, optando por um sistema operativo baseado em ambientes gráficos como é o caso da distribuição Windows Server.

Esta situação pode ser revertida se forem incorporados ambientes gráficos numa versão Linux exclusivamente dedicados a gerir a rede de uma forma simples e centralizada utilizando as potencialidades da linha de comandos de uma forma indireta, ou seja, sem que o utilizador interaja diretamente com ela.

2. Racionalização das TIC na Administração Pública em Portugal

De acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 107/2012 de 18 de maio, são referidas 25 medidas de racionalização, enquadradas por cinco eixos de atuação, sendo um deles a redução de custos provenientes da racionalização das TIC² na Administração Pública, com o intuito de poupar anualmente 500 milhões de euros. A Resolução do Conselho de Ministros n.º 12/2012, de 7 de fevereiro, vem no seu plano de ação no ponto 8.1 referir a Medida 21³, destinada a promover a utilização de software aberto nos sistemas de informação da Administração Pública

² Tecnologias da Informação e Comunicação.

³ Adoção de software aberto nos sistemas de informação do Estado.

sempre que a maturidade e o custo sejam favoráveis. Estas medidas vão de encontro à estratégia da Direção-Geral da Informática da Comissão Europeia para a adoção progressiva de soluções código aberto. Nesta resolução é ainda referenciado um conjunto de áreas preferenciais para a implementação deste tipo de software, nomeadamente: *software* de produtividade; clientes de email; servidores de email; portais; gestão documental; *software* de monitorização.

Em termos de perceção dos custos associados às tecnologias da informação, destaca-se um relatório a nível mundial da NAED⁴, no qual Portugal se encontra incluído. Através da Figura 1 são referenciados gastos desde 2012 e previsões até 2018 relativamente a equipamentos, sistemas de centros de dados, *software*, serviços de tecnologias de informação e serviços de telecomunicações.

Table 2: Excluding Telecom Services, Overall IT Spending will 2.1 Trillion US Dollars in 2014

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR (%) 2013-2018
DEVICES								
Spending (\$B)	670	677	685	725	762	790	810	3.6
Annual Growth (%)	-	-	1.2	5.8	5.0	3.8	2.5	
DATA CENTER SYSTEMS								
Spending (\$B)	140	140	140	144	148	151	154	2.0
Annual Growth (%)	-	-0.1	1.4	2.9	2.6	2.1	1.8	
SOFTWARE								
Spending (\$B)	285	300	321	344	368	395	424	7.2
Annual Growth (%)	-	5.1	6.9	7.3	7.2	7.3	7.3	
IT SERVICES								
Spending (\$B)	931	932	937	1,007	1,050	1,096	1,148	4.3
Annual Growth (%)	-	0.0	3.8	4.1	4.3	4.4	4.7	
TELECOM SERVICES								
Spending (\$B)	1,644	1,624	1,635	1,668	1,701	1,734	1,765	1.7
Annual Growth (%)	-	-1.2	0.7	2.0	2.0	1.9	1.8	
ALL IT								
Spending (\$B)	3,671	3,673	3,749	3,888	4,029	4,167	4,301	1.7
Annual Growth (%)	-	0.0	2.1	3.7	3.6	3.4	3.2	
ALL IT (excl. Telecom Services)								
Spending (\$B)	2,027	2,049	2,114	2,220	2,328	2,433	2,536	4.4
Annual Growth (%)	-	1.1	3.2	5.0	4.8	4.8	4.2	

Source: Gartner Market Databook, 2014 Update, June 2014

Figura 1 – Gastos gerais das Tecnologias de Informação. Fonte: NAED (2014).

No ano de 2012 foram gastos cerca de 3,671 triliões de dólares, sendo os serviços de tecnologias de informação e equipamentos os que envolveram maiores custos. Nos anos seguintes assistimos a um aumento gradual destes custos, o que levou a uma previsão de aumento de 3,7% em 2015 relativamente a 2014. Analisando com maior detalhe, verificamos ainda que o *software* é o elemento que apresenta a previsão da taxa de crescimento anual mais elevada entre 2013 e 2018, atingindo 7.2%. Dos gastos apurados e estimativas realizadas, podemos verificar que a vertente tecnológica assumirá cada vez mais uma posição preponderante no seio das instituições, exigindo desta forma melhor controlo e tomada de decisões, onde o *software* será uma fator importante, podendo ser reduzido o seu custo com soluções de código livre.

Considerando a realidade portuguesa das instituições de ensino, os gastos envolvidos na sua manutenção e evolução tecnológica, será vantajoso a existência de uma distribuição em código aberto para a administração escolar, pois boas características associadas a um custo reduzido são fatores determinantes na hora de escolher o *software* apropriado. Destaca-se ainda

⁴ National Association of Electrical Distributors. Organização sem fins lucrativos dedicada a servir e proteger o canal de distribuição elétrica, a qual detém uma fundação de pesquisa e educação.

que contrariamente ao que acontece com os sistemas operativos comerciais, “as distribuições de Linux incluem todos os serviços necessários para funcionar como servidor. Por essa razão, na maioria das situações, não é necessário adquirir qualquer software adicional: basta instalar o sistema operativo e, quase que por magia, ficamos com um servidor em pleno funcionamento.” (Pereira, 2005).

3. TECNOLOGIAS DE SUPORTE AO PROJETO

A revolução tecnológica teve na década de 60, durante os períodos áureos da Guerra Fria, uma elevada aposta, resultando da disputa pelo controlo das telecomunicações entre as duas superpotências mundiais, Estados Unidos e União Soviética. Face a esta situação foi criada a ARPANET⁵ com o intuito de descentralizar todas as informações caso o Pentágono fosse atingido.

Surgiu assim a necessidade de transmissão de dados em rede, pelo que a ARPANET⁵ com o seu trabalho permitiu em 29 de Outubro de 1969 na Universidade da Califórnia em Los Angeles enviar o primeiro email da história, embora só conseguindo entregar parte da informação com sucesso. O departamento de defesa dos Estados Unidos não sabia que com esta atividade iria dar início ao maior fenómeno mediático do séc. XX, onde um único meio de comunicação em apenas quatro anos conseguiria atingir cerca de 50 milhões de pessoas (Dean, 2010).

As constantes melhorias e progressos registados deram origem ao denominado Protocolo de Internet, permitindo aos utilizadores enviar a informação de um sistema para outro utilizando um endereço IP. Este protocolo ganhou grande divulgação quando começou a ser usado nos sistemas UNIX⁶, sendo atualmente utilizado em toda a Internet, assumindo um papel vital na comunicação das redes informáticas atuais (Pereira, 2005).

Uma rede informática pode ser entendida como “um grupo de computadores e outros equipamentos (tais como impressoras) que estão ligados entre si através de um tipo de transmissão de dados” (Dean, 2010).

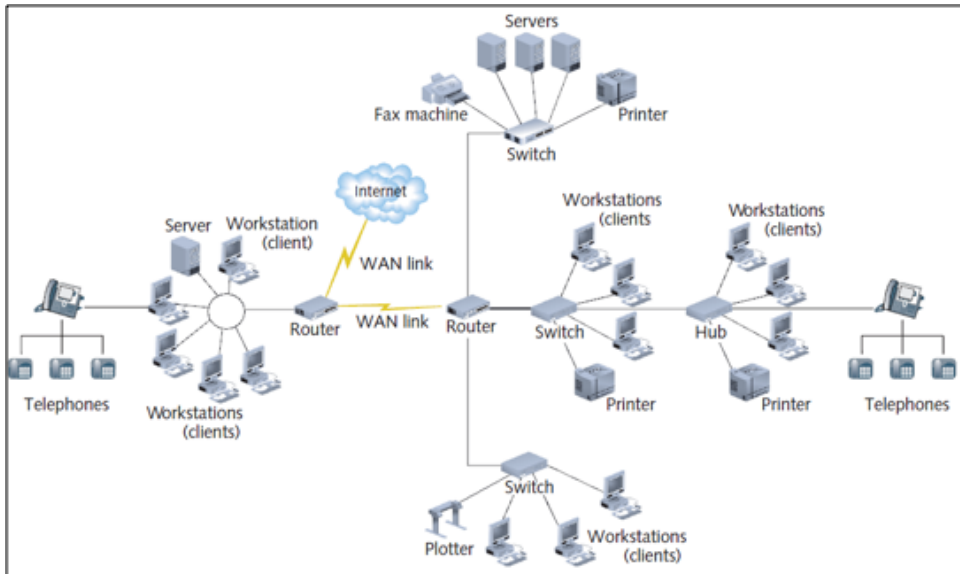


Figura 2 – Rede informática. Fonte: Dean (2010).

Estas redes conseguem atingir grandes dimensões, podendo estar divididas geograficamente e alcançar vários quilómetros. Considerando o seu tamanho e funcionalidade, atualmente são consideradas três classes de redes de comunicação de dados: as LAN's (local area

⁶ Advanced Research Projects Agency Network, Departamento de Defesa dos EUA, precursor da Internet. Sistema Operativo portátil, multitarefa e multiutilizador.

network), MAN's (metropolitan area network) e WAN's (wide area network). Analisando a Figura 2, verificamos a interligação de diversos equipamentos físicos, apresentando-se perante o utilizador como uma entidade única, desempenhando diversas funcionalidades de rede (impressão, visualização, monitorização, encaminhamento, controlo e transmissão de dados, etc.) com o suporte de aplicações lógicas integradas nesses equipamentos. Deparamo-nos assim entre duas realidades que devem interagir entre si, por um lado o *hardware* e pelo outro *software*. Para dar resposta a esta necessidade surgem os SO's (Sistemas Operativos), os quais controlam as interações entre o hardware e as aplicações de software.

De todo o *hardware* que compõe um computador, destaca-se o processador, sendo este construído para uma linguagem que só ele interpreta, dependendo de cada fabricante. Assim, cada *software* deve ser compilado (convertido na linguagem do processador) ou customizado para o processador. O núcleo central do SO é denominado de Kernel no UNIX e sistemas similares, o qual comunica com o *hardware* básico tal como o microprocessador, memória e outros controladores. Adicionando ao Kernel, os interfaces do utilizador, *driver's*⁷ dos equipamentos, sistema de ficheiros e serviços de sistema completam todo o SO e faz com que ele se torne funcional para qualquer utilizador (Hunger, 2010).

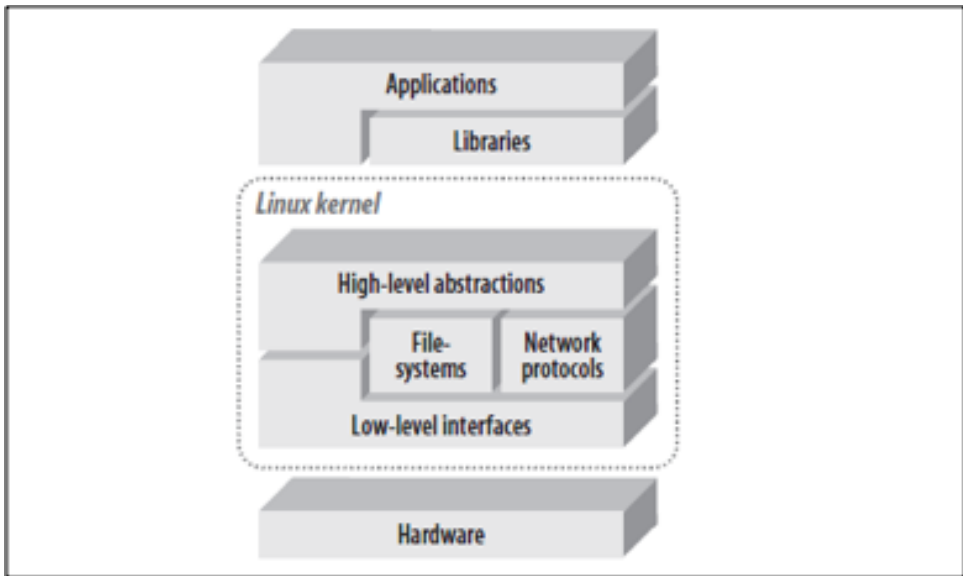


Figura 3 - Arquitetura de um sistema genérico Linux. Fonte: Karim (2008).

Com a evolução dos SO's e equipamento tecnológico, as redes de comunicação desenvolveram-se a um ritmo acelerado, exigindo maior capacidade de produção aos fabricantes. Estes definiam os seus métodos de fabrico, originando por vezes incompatibilidade entre produtos. Face a este problema, grupos e comunidades de investigadores de áreas específicas começaram a organizar-se aos poucos, trabalhando para a criação de documentação técnica concisa e eficaz, assim como normas e procedimentos de fabrico. De acordo com Tamara Dean (2010), as organizações que têm assumido um maior destaque na criação e apoio de várias convenções usadas nas redes de comunicação são: ANSI; EIA e TIA; IEEE; ISO; ITU; ISOC; IANA e ICANN.

Resultante dos esforços das organizações em normalizar processos e criar documentação técnica diversa, em 1980 a ISO⁸ começou a trabalhar num conjunto de especificações que permitisse a várias plataformas de computadores comunicar abertamente. Surgiu assim um mo-

⁷ Software que permite ao sistema operativo utilizar as funcionalidades de um determinado dispositivo.

⁸ International Organization for Standardization.

delo capaz de entender e desenvolver comunicações através de uma rede entre computadores, denominado Modelo OSI (Open System Interconnection). Este modelo divide a comunicação em sete camadas: Física; Ligação de Dados; Rede; Transporte; Sessão; Apresentação; Aplicação.

O modelo OSI identifica-se como sendo uma representação teórica que acontece entre dois nós na rede, onde cada processo que ocorre nessa comunicação é associado a cada uma das camadas do modelo OSI. Para ser possível a comunicação entre computadores, todos eles devem utilizar o mesmo conjunto de normas de comunicação, designados por protocolos. Estes definem modelos para a comunicação entre equipamentos de rede, pois sem eles seria impossível interpretar os sinais enviados de outros equipamentos e a informação acabaria por se perder.

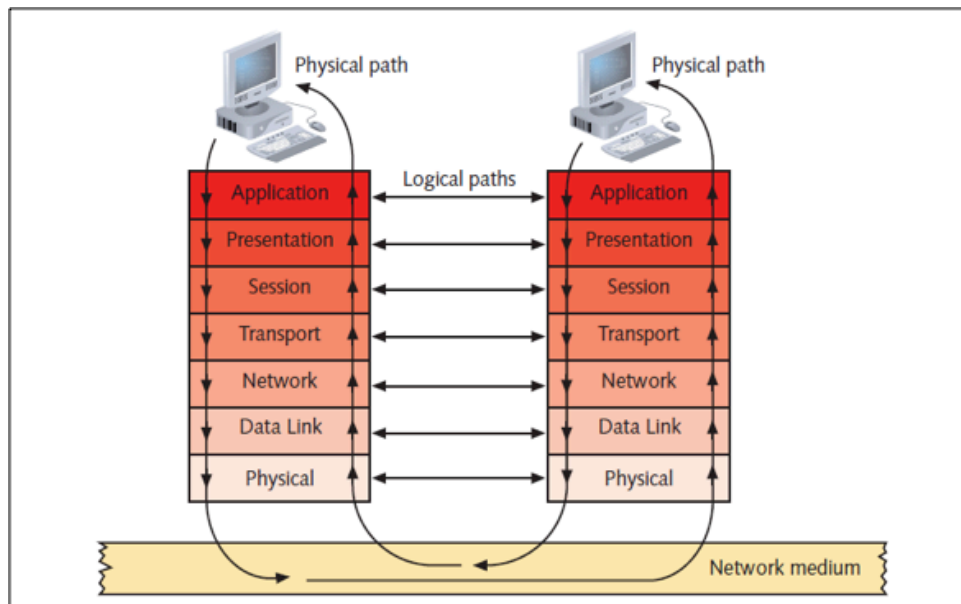


Figura 4 – Arquitetura do Modelo OSI. Fonte: Dean (2010).

A Internet, importante canal de comunicação, utiliza o protocolo IP, caracterizando-se por ser muito simples, enviando apenas informação de um sistema para outro, sem qualquer tipo de garantia de fiabilidade. Face a este problema, o protocolo IP nunca é utilizado diretamente, sendo criado o protocolo TCP (Transmission Control Protocol) que funciona sobre o IP, garantindo a entrega correta da informação e o controlo de erros. Por essa razão referimos habitualmente o protocolo TCP/IP.

Durante a evolução dos SO, muitos foram os programadores que se dedicaram a constantes melhorias e inovações. Nesta fase um grande número de fabricantes de hardware, começou a incluir variantes UNIX nos seus computadores, levando a AT&T⁹ a restringir cada vez mais as licenças de utilização do SO, e em alguns casos chegando a ser mesmo impossíveis de obter. Face a esta situação gerou-se um grande descontentamento por parte dos utilizadores originais que muito contribuíram para o desenvolvimento do UNIX. Devido a este facto foi criado no início dos anos 80 a *Free Software Foundation* (FSF) com a finalidade de proteger o *software* livre (Pereira, 2005).

Segundo PEREIRA “*para proteger legalmente o software livre, foi criada uma nova licença, intitulada GPL (General Public Licence). A GPL garante a qualquer pessoa o direito de copiar, redistribuir e até modificar e melhorar todo o software por ela protegido*”. Existem três grandes restrições que gerem e protegem o *software* abrangido pela GPL:

⁹ Companhia americana de telecomunicações. Abreviatura para American Telephone Telegraph.

- O *software* livre pode ser distribuído e comercializado por qualquer pessoa, mas o distribuidor tem sempre de avisar o recetor acerca dos termos da GPL.
- Qualquer pacote de software derivado de *software* protegido pela GPL também tem de estar abrangido pela GPL.
- O código-fonte de todo o software protegido pela GPL tem de estar acessível publicamente. Isto significa que o código-fonte deve ser fornecido a todos os utilizadores ou, então, estes devem ser informados sobre a forma de o obter.

No início dos anos 90 na Universidade de Helsínquia, um jovem finlandês chamado Linus Torvalds estava bastante insatisfeito com os sistemas operativos que existiam para os computadores, porque ou eram muito maus ou demasiadamente caros. Empenhado em resolver este problema, a 5 de Outubro de 1991 este anunciou “*que tinha criado uma versão experimental de um núcleo de um sistema operativo chamado kernel, baseado num clone do UNIX chamado Minux. Este novo kernel de sistema operativo ficou mais tarde conhecido como Linux*” (Hunger, 2010).

Baseado no núcleo do SO de Linus Torvalds, rapidamente surgiram inúmeras versões diferentes implementadas por um número elevado de programadores dentro do espírito de comunidade. Atualmente todas elas apresentam como base a multitarefa, multiutilizador, multiprocessador, possuindo proteções de memória entre processos e suportando vários sistemas de arquivo, estando presente a popular linha de comandos.

4. Requisitos do “SIGEDOM”

A presente seção tem por objetivo a definição da distribuição para administração escolar SIGEDOM¹⁰, baseada numa versão estável de código aberto existente. Através de uma interface web administra uma rede informática escolar de uma forma simples, rápida e eficaz. Apesar de ser objetivamente destinada à administração escolar, esta pode ser utilizada na gestão de outros tipos de rede.

4.1. Utilizadores

Nas instituições de ensino existem necessidades comuns entre si. Destacam-se os recursos humanos, serviços, departamentos entre outros, os quais desencadeiam diariamente atividades destinadas a atingir o objetivo de qualquer instituição de ensino: a transmissão de conhecimento e aquisição de competências. Atividades similares são desta forma realizadas, pelo que permite modelar um sistema de gestão escolar que se adequa à generalidade de todas elas.

Um bom funcionamento do campus informático depende muito da correta identificação dos seus utilizadores, funções, responsabilidades, capacidades e necessidades de formação. Quem realiza a gestão de qualquer rede informática deve estar sempre atento aos problemas diários, adequando procedimentos e atualizando metodologias de trabalho, pois “*o reconhecimento de que não basta dispor da mais avançada tecnologia, de uma sólida base financeira, ou de uma posição dominante no mercado para assegurar o sucesso, se as mesmas não forem sustentadas por uma força de trabalho motivada, com um perfil de aptidões virado para o futuro e elevada produtividade, constitui, de per si, uma notável alteração da mentalidade de muitos gestores.*” (Camara, 2001).

Assim, analisando as principais atividades que decorrem numa instituição de ensino e seus recursos humanos, identificou-se os seguintes intervenientes no sistema pretendido: alunos, docentes, funcionários e administradores da rede. Tendo em conta estes intervenientes, bem como as suas principais atividades, apresenta-se de seguida os diagramas de casos de uso que se adequam à generalidade escolar.

¹⁰ Sistema de Gestão de Domínio.

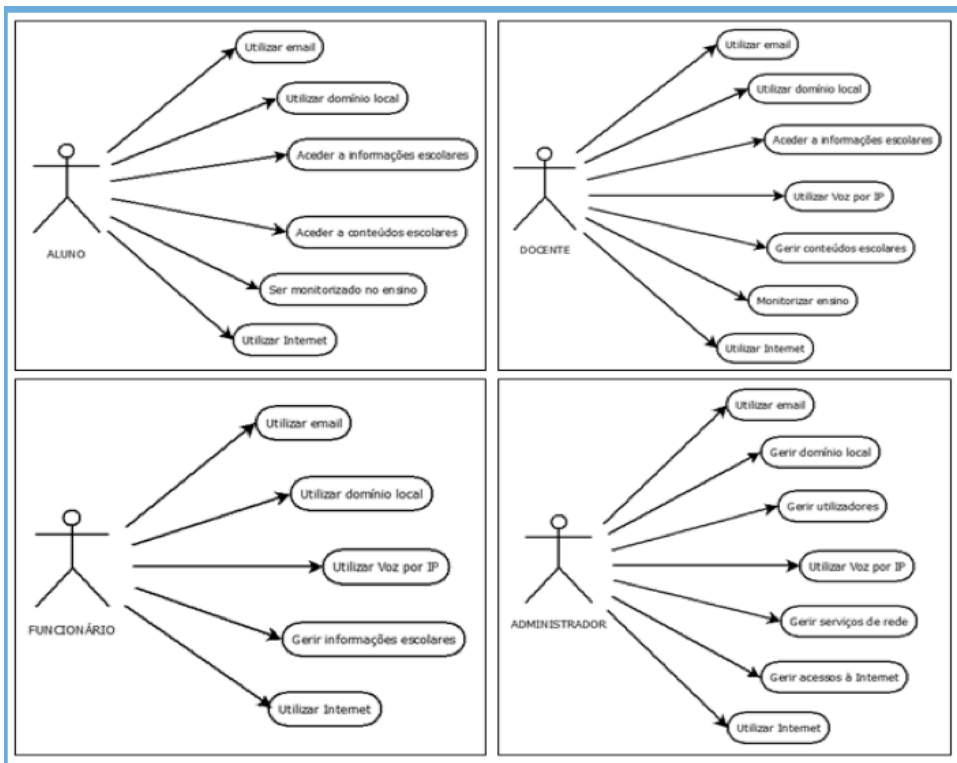


Figura 5 – Casos de Uso SIGEDOM. Fonte: Lameiras (2011).

Através dos diversos diagramas de casos de uso, adquirimos uma ideia pormenorizada do conjunto de atividades que o sistema irá suportar.

4.2. Funcionalidades

Considerando os serviços fundamentais necessários para um bom funcionamento de uma rede informática escolar, destaca-se um conjunto de funcionalidades a gerir pelo sistema, as quais permitem diversas configurações no seu âmbito.

A Figura 6 descreve os serviços de rede incorporados e suas respetivas funcionalidades.

5. Arquitetura do Projeto

A arquitetura do projeto procurou atender às funcionalidades anteriormente descritas de forma a entender como se comporta o mesmo perante o cenário de normal e pleno funcionamento.

Embora o sistema tenha tido como base uma distribuição de um SO em código aberto que pode ser instalada num único servidor e através dele gerir todos os serviços, a mesma pode ser instalada em vários servidores, distribuindo a carga de processamento, melhorando desta forma a rapidez de acesso à Internet, domínio e restantes serviços.

A interface SIGEDOM é a responsável por permitir ao administrador a gestão do sistema de rede sem utilizar a linha de comandos, disponibilizando para esse fim, um conjunto de opções e menus com diversas operações incorporadas em páginas disponíveis num navegador web, podendo ser acedido no servidor ou em qualquer outro ponto da rede local, potencializando a sua flexibilidade de gestão.

Domínio	<ul style="list-style-type: none"> Gerir o serviço de domínio, definindo o seu nome de rede e permitir o acesso aos postos cliente bem como carregar o seu perfil com configurações específicas.
DHCP	<ul style="list-style-type: none"> Gerir o serviço de distribuição automática de endereços IP pelos equipamentos dentro de uma classe de rede, bem como a quantidade de IP's disponíveis.
Gestão de Utilizadores	<ul style="list-style-type: none"> Gerir a criação, edição, eliminação e ainda a listagem de todos os utilizadores do domínio local, definindo o grupo a que cada um pertence e respetiva palavra-passe de acesso.
Gestão de Grupos	<ul style="list-style-type: none"> Gerir a criação de grupos, definindo a gama do seu GID de forma a determinar se será um grupo com privilégios ou apenas de execução ou de administração .
Monitorização Escolar	<ul style="list-style-type: none"> Gerir a monitorização dos computadores nas salas de aula, para que o docente disponha de mais uma ferramenta de apoio à docência e consiga acompanhar a evolução dos alunos.
Controlo de Internet	<ul style="list-style-type: none"> Gerir o controlo de acesso à <i>Internet</i> dos utilizadores e dispositivos da rede através de IP, site, nome de equipamento, utilizador e Listas Negras. Permitir a actualização de Listas Negras.
Quotas e Perfis	<ul style="list-style-type: none"> Gerir o tamanho das áreas pessoais de cada utilizador e também da área de trabalho pública de acordo com as necessidades dos utilizadores e da rede local.
VOIP	<ul style="list-style-type: none"> Gerir a comunicação de voz por IP dentro da escola, ligando vários departamentos e serviços escolares, bem como todos os intervenientes autorizados.
E-Learning	<ul style="list-style-type: none"> Gerir um LMS a fim de disponibilizar conteúdos escolares aos alunos, reforçando os instrumentos de apoio ao seu ensino.
Correio Eletrónico	<ul style="list-style-type: none"> permitir aos utilizadores da rede o acesso a um servidor de <i>email</i> para receber e enviar informação através da Internet de acordo com as suas necessidades
Serviços Administrativos	<ul style="list-style-type: none"> Gerir um CMS a fim de serem disponibilizadas informações Web relacionadas com a escola, cursos e seus serviços.

Figura 6 – Serviços de gestão SIGEDOM. Fonte: Elaboração própria.

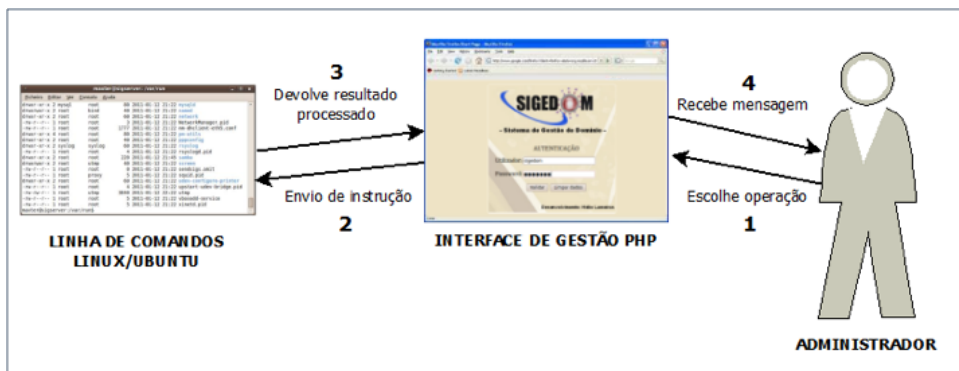


Figura 7 – Funcionamento da interface SIGEDOM. Fonte: Lameiras (2011).

O administrador pode inserir informação dentro de caixas de texto como acontece na opção de criação de utilizadores, onde é necessário inserir o nome do utilizador e restantes

dados. Ao terminar a seleção e inserção de informação pretendida, o administrador ao validar a sua opção, faz com que o navegador através do processamento de páginas PHP associadas envie para a linha de comandos a instrução devidamente estruturada para que esta a consiga interpretar e executar. Terminado a execução da instrução pela linha de comandos, a mesma devolve o resultado da operação, o qual é interpretado e formatado para que possa ser apresentado pelo navegador e entendido pelo administrador.

5.1. Cenário de desenvolvimento

No cenário de desenvolvimento não foram utilizados computadores reais, mas sim virtuais, de forma a simular uma rede local sem limitações financeiras ou de espaço.

Para ser possível montar este cenário foi utilizado outro software livre denominado VirtualBox, o qual disponibiliza um mecanismo de criação, exportação e importação de máquinas virtuais. As suas opções podem ser utilizadas para realizar cópias das máquinas num dado momento, o que se torna muito útil caso seja necessário repor a um estado anterior quando surge algum problema durante a configuração de um sistema.

O sistema SIGEDOM, servidor principal da nossa rede virtual, baseou-se na versão Ubuntu, enquanto as máquinas virtuais clientes foram configuradas com diferentes sistemas operativos (Windows XP, Windows 7, Ubuntu, Fedora, CentOS) para testarmos diferentes compatibilidades.

5.2. Instalação e configuração das tecnologias de suporte

Das inúmeras distribuições Linux existentes, Ubuntu como SO, é uma das mais populares, cuja origem esteve nas mãos de Shuttleworth. De acordo com Hill (2010) “*Shuttleworth é, indiscutivelmente, a pessoa com maior destaque e importância no Ubuntu. De maior importância no ponto de vista histórico, Shuttleworth é também o criador do projecto – ele fez a bola de neve que eventualmente rolou e cresceu para se tornar o projecto Ubuntu*”.

A seleção do Ubuntu como distribuição base SIGEDOM, justificou-se pelo elevado número de utilizadores e comunidades Ubuntu existentes, as quais diariamente através de fóruns expõem as suas dúvidas, partilham conhecimentos e apresentam melhorias para este SO, situação favorável à criação de documentação técnica essencial para obter ajuda.

Resultante do aumento da largura de banda¹¹ nas ligações de Internet e da necessidade das pessoas disporem do seu próprio Site ou Blogue, registou-se um movimento crescente de indivíduos com dedicação ao estudo e implementação de servidores nas suas redes locais. Através deste crescente movimento, surge no final do ano 2000 a arquitetura LAMP, destinada a definir o trabalho integrado das tecnologias Linux, Apache, MySQL e PHP, destacando-se como referência máxima no mundo do software livre capaz de disponibilizar um servidor versátil e robusto com alto desempenho integrada igualmente na distribuição SIGEDOM.

Dos 500 computadores mais potentes, em Junho de 2010, 91% funcionavam com versões de Linux e apenas 1% com Windows. Este domínio não seria possível se o Linux não fosse um SO estável e eficiente. Juntamente com o servidor Apache HTTP, o motor da base de dados MySQL, e juntamente com linguagens de programação tais como PHP, Python e PERL, o Linux forma um pacote coletivo poderoso denominado por LAMP¹², que é uma alternativa livre de proprietário altamente flexível. Além da poderosa Wikipedia funcionar com esta solução, outros seguiram o seu exemplo como o Google's Android e o diverso mercado de telefones inteligentes. Rapidamente tornou-se numa das mais populares aplicações web para servidores, combinando o seu baixo custo económico com a rapidez e estabilidade (Ragi, 2010).

¹¹ Medida da faixa de frequência em Hertz de um sistema ou sinal.

¹² Sigla resultante da junção de quatro tecnologias: Linux; Apache; MySQL; PHP.

Um dos projetos de código aberto incorporado dentro de um servidor LAMP é o Apache, servidor web por excelência, o qual providencia o serviço com o qual os clientes de navegação web comunicam. Caracteriza-se pela sua elevada fiabilidade, baixo custo (totalmente gratuito com uma licença que permite a modificação do código) e a expansibilidade (possibilidade de adição de módulos para ampliar as capacidades do servidor).

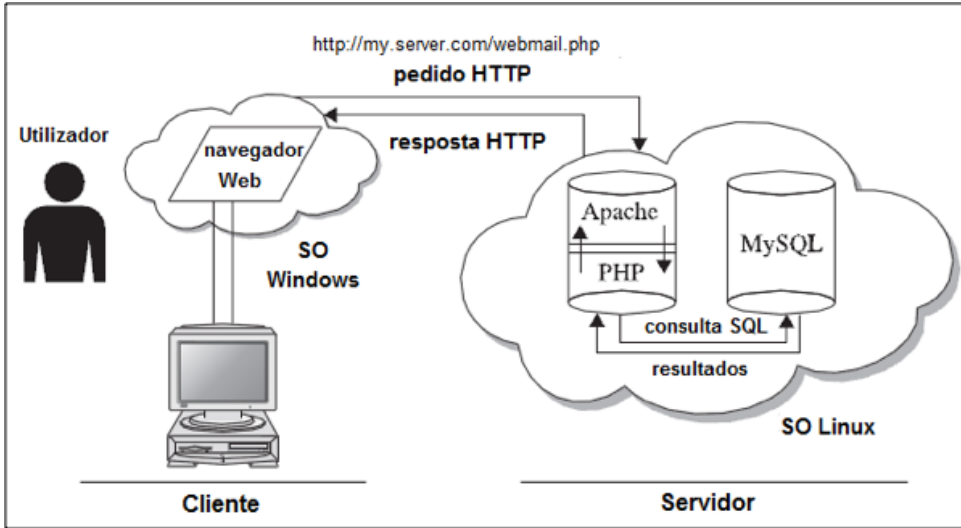


Figura 8 - Framework de desenvolvimento LAMP. Fonte: adaptado Vaswani (2005).

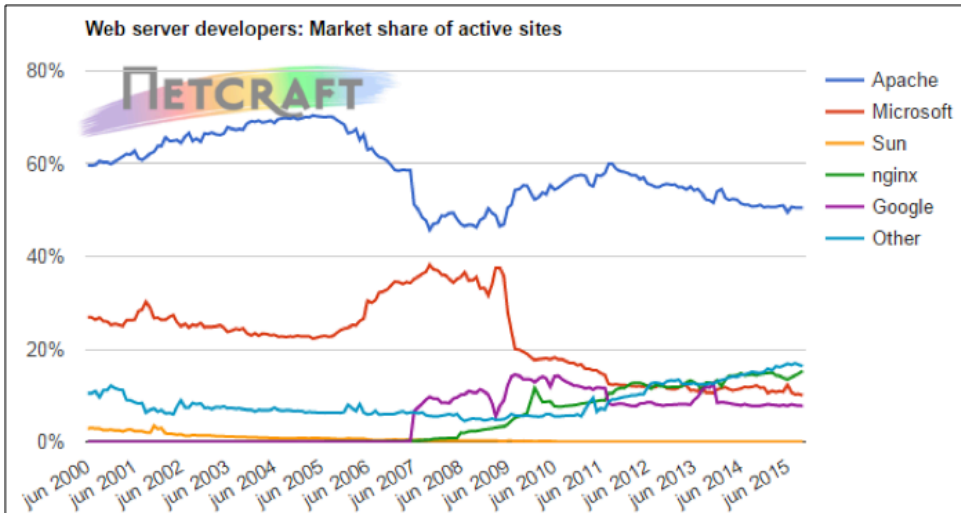


Figura 9 – Quota de mercado do servidor Web Apache. Fonte: Netcraft (2015).

O Apache surgiu em 1994, altura em que o Linux começou a ser popular, desenvolvido pela mão de administradores web pertencentes a ASF (*Apache Software Foundation*), a qual promove o desenvolvimento do Apache e de uma grande quantidade de projetos de código aberto que detêm atualmente uma quota de mercado superior a 50% como facilmente se comprova na Figura 9.

Relativamente à gestão de base de dados destacamos o MySQL, integrado igualmente na distribuição, pois além de ser o mais popular do mundo inteiro, foi um sistema que assumiu esta posição devido à sua rapidez, estabilidade e robustez em relação a outras soluções comer-

ciais, o qual se encontra publicado sob a licença GPL caracterizando-se como sendo de código aberto. O seu êxito é enorme, estimando-se a sua instalação em mais de 4 milhões de servidores por todo o mundo, destacando-se clientes como o Yahoo!, NASA, CISCO, Motorola, HP, XEROX, Google, Sylicon Graphics e Sony Pictures. É um dos elementos da tecnologia LAMP, e com o crescimento da World Wide Web, juntamente com o Linux ocuparam um lugar de destaque na Internet, ajustando-se perfeitamente às necessidades de desenvolvimento de aplicações web (Galbraith, 2009).

A capacidade de interação existente numa aplicação é uma característica que cria toda a diferença da Web. A popularidade do Javascript e Perl, originou a existência de linguagens de *script*¹³ a executar no servidor. Nasceram assim tecnologias como o PHP (Hypertext Preprocessor), habitualmente instalado como sendo um módulo dentro de um servidor web, caracterizando-se por ser uma linguagem popular de scripting, disponível em milhões de servidores, sob a qual as aplicações são escritas para comunicarem em back-end¹⁴ com MySQL ou outros sistemas de base de dados e em front-end¹⁵ como os navegadores web (Delisle, 2008).

Desta forma, juntamente com Apache e MySQL, o PHP é mais um dos projetos em código aberto que pode ser instalado numa vasta variedade de plataformas. Apesar de também funcionarem em plataformas Windows, assumem maior popularidade no Linux, dando assim origem à sigla LAMP (Boronzik, 2009).

Assim, considerando estes aspetos e as potencialidades do Linux descritas anteriormente em conjunto com todas as vantagens das distribuições em código aberto, a distribuição SIGEDOM incorporou a distribuição Ubuntu e a tecnologia LAMP.

5.3. Funções de interação com a Shell

Existem atualmente algumas funções PHP que permitem executar comandos a partir de páginas web, sem que o utilizador realmente visualize linhas de comandos, recebendo apenas o resultado das operações se assim o desejar.

Esta realidade assume uma vital importância, pois é através destas funções que são realizadas as operações de administração do sistema, as quais são enviadas a partir de uma interface web. As funções referidas são as seguintes:

5.4. Segurança Web implementada

Como a interface de gestão SIGEDOM pode ser administrada remotamente, existiu a preocupação de aplicar regras de segurança que obrigam a que cada uma das páginas PHP abertas no navegador passem obrigatoriamente por vários sistemas de validação web.

No acesso ao SIGEDOM, existe uma página PHP de entrada no ambiente de gestão, pelo que apenas é permitida a entrada aos utilizadores criados numa base de dados MySQL.

Após entrada no sistema é necessário utilizar um método que armazene os dados do utilizador em sessão (nome e palavra-passe) para que possam ser utilizados constantemente para validação cada vez que uma página PHP for aberta. Para resolver este problema utilizaram-se técnicas de sessão em vez de *cookie*'s¹⁶, pois assim o sistema não será tão vulnerável aos navegadores web dos clientes. As variáveis de sessão tendem a desaparecer depois de algum tempo de inatividade do administrador caso este se esqueça de alguma sessão aberta (Macintyre, 2010). Desta forma, no início de cada página PHP, antes de ser processado qualquer tipo de instrução

¹³ Programas escritos em linguagem de programação que podem automatizar e executar tarefas.

¹⁴ Serve de suporte aos serviços de front-end, encontrando-se mais perto do recurso requerido.

¹⁵ Interface entre o utilizador e o back-end que recolhe inputs de vários formatos.

¹⁶ Bloco de texto armazenado no computador cliente pelo seu navegador Web com informações de autenticação pessoal.

destinada à gestão do sistema, é realizada novamente outra validação do utilizador através das variáveis de sessão. Com esta segunda validação, o administrador da interface de gestão deverá estar registado numa base de dados SQL e ainda no próprio SO com iguais dados de acesso. Esta segurança foi implementada enviando a palavra-passe do utilizador em sessão juntamente com o comando para a linha de comandos. Embora seja possível navegar no sistema de gestão SIGEDOM, sem esta ação não será possível executar qualquer tipo de comando enviado para a linha de comandos.

system(string \$command [, int &\$return_var])

- função que executa um comando e devolve o resultado. Pode receber dois argumentos onde \$command será o comando que pretendemos executar, e \$return_var uma variável que quando inserida, armazena um valor tipo inteiro que representa o resultado da execução do comando .

exec(string \$command [,array &\$output [, int &\$return_var]])

- função que executa um comando não devolvendo nenhum resultado. Pode receber três argumentos onde \$command será o comando que pretendemos executar, \$output um array de dados que pode armazenar os resultados, e finalmente \$return_var, que quando definida armazena um valor tipo inteiro que representa o resultado da execução do comando.

passthru(string \$command [, int &\$return_var])

- função semelhante à exec(), mas deve ser utilizada em vez desta e também da função system() quando o comando a executar tem como resultado informação binária que necessita de ser passada directamente para o navegador Web, tal como acontece com imagens.

Figura 10 – Funções de interação com a linha de comandos. Fonte: Elaboração própria.



Figura 11 – Interface de início de sessão. Fonte: Lameiras (2011).

Para que os dados resultantes do processo de gestão da interface SIGEDOM sejam transmitidos através de uma conexão segura, sem que sejam facilmente interceptados por qualquer mecanismo de escuta com fins de ataque ao sistema, existe ainda o protocolo HTTPS, que é

uma implementação segura do protocolo HTTP sobre uma camada SSL ou do TLS. Assim, os dados serão enviados através de uma conexão criptografada verificando a autenticidade do servidor e do cliente através de certificados digitais.

6. GESTÃO DOS SERVIÇOS DE REDE

Este capítulo descreve a estrutura de funcionamento e a forma de gestão dos diferentes serviços de rede através das diversas opções disponíveis no ambiente gráfico web SIGEDOM, tendo como base o suporte anteriormente descrito, ou seja o SO Ubuntu com a integração da tecnologia LAMP devidamente configurada.

6.1. DHCP

Numa rede local para ser possível a comunicação entre todos os computadores e restantes dispositivos é necessário que estes disponham de um endereço IP e que esteja definido dentro da mesma rede. Para automatizar esse processo surgiu o protocolo DHCP, que se caracteriza por permitir a configuração automática da rede nos mais diversos tipos de equipamentos, respondendo a pedidos de configuração e devolvendo a informação necessária ao cliente para que este possa ativar corretamente a sua interface de rede associando-lhe um único endereço IP. O DHCP pertence à camada de Aplicação do modelo OSI e foi desenvolvido pela IETF, simplificando a gestão da rede neste campo aos administradores, reduzindo o tempo de planeamento da gestão dos endereços IP, diminuindo a ocorrência de erros na atribuição de endereços IP e permitindo a movimentação de estações de trabalho sem perderem as suas configurações TCP/IP (Dean, 2010).

É importante referir que apesar da maioria dos endereços IP serem atribuídos dinamicamente pelo servidor DHCP, este pode ser configurado para responder a determinados clientes com um endereço IP fixo.

Destacado o funcionamento e importância do DHCP, o sistema pretendido não podia deixar de incluir este serviço, permitindo assim ao administrador contar com uma excelente ferramenta de gestão de rede. A instalação do serviço DHCP foi feita através do pacote *dhcpd3*, utilizando o comando: `$ sudo apt-get install dhcpd3`. O diretório `/etc/dhcpd3` foi o local destinado a esta instalação e o ficheiro *dhcpd.conf* o detentor das configurações deste serviço.

Implementado o serviço DHCP através da linha de comandos, desenvolveu-se a interface de gestão web com as seguintes funcionalidades: configurar; iniciar, parar e reiniciar serviço; listar configuração e endereços atribuídos.

6.2. Domínio

Após instalação de uma rede local, os computadores integrados na mesma podem comunicar uns aos outros se partilharem o mesmo grupo de trabalho, mas existem algumas limitações neste campo que apenas podem ser suprimidas com um controlador de domínio. Este tem a capacidade de armazenar a informação dos *logins* numa base de dados, permitindo que cada utilizador tenha um nome de utilizador e uma palavra-passe que podem usar na entrada de qualquer computador da rede, evitando assim ser necessário criar individualmente um perfil do mesmo utilizador em cada computador (Harrison, 2005).

Quando temos redes heterogêneas, onde existem computadores que utilizam a plataforma Windows ou Linux, o Samba é o serviço ideal, pois permite a integração entre ambos de forma transparente, implementando protocolos Lan Manager/SMB/CIFS, que são os protocolos

utilizados nas redes Windows, o que leva a que os computadores com Linux sejam vistos como máquinas Windows. O Samba apresenta vantagens enormes, pois além de não exigir grandes requisitos de *hardware*, apresenta-se como sendo um *software* de código aberto sem qualquer tipo de custo associado. A sua fiabilidade e estabilidade são elevadas, o que raramente causa problemas, implicando custos de manutenção muito baixos, funcionando em todos os SO's e plataformas de *hardware*, desde os PC, Macintosh até aos supercomputadores (Pereira, 2005).

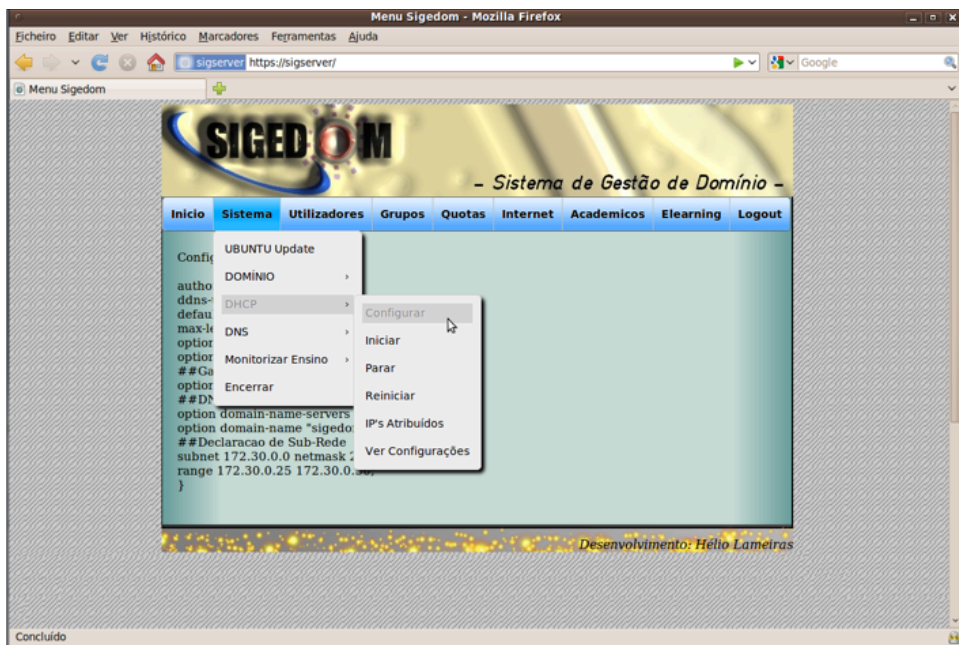


Figura 12 – Interface de gestão do DHCP. Fonte: Elaboração própria.

Atendendo que na realidade da maioria das instituições escolares os computadores desktop da rede local funcionam através de uma plataforma Windows, o Samba tornou-se uma escolha fundamental e utilizada na implementação de um controlador de domínio.

Para por em funcionamento o serviço Samba, foi necessário recorrer ao pacote denominado samba através do comando: `# apt-get install samba`.

Terminada a instalação do Samba, o diretório `/etc/samba` foi o responsável por armazenar os ficheiros de configuração do mesmo sob os quais serão realizadas as modificações necessárias para o sistema. Além destas configurações base, destaca-se ainda a incorporação de um *script* denominado `logon.bat` (ativa funcionalidades do ambiente de trabalho no início de sessão dos utilizadores, podendo ser editável) e ainda duas áreas, uma pública e outra privada para o utilizador.

A interface de gestão web desenvolvida nesta secção permite ao administrador realizar as seguintes operações: alterar o nome do domínio; listar o ficheiro de configuração principal; iniciar, parar e reiniciar o serviço de domínio.



Figura 13 – Interface de gestão do domínio. Fonte: Lameiras (2011).

6.3. Gestão de utilizadores

Este capítulo assumiu o maior desafio de todo o desenvolvimento do sistema pretendido, pois a sua complexidade e utilização de comandos requerem a iteração obrigatória com a linha de comandos para inserir diversa informação como acontece na definição da palavra-passe para os utilizadores Samba. Esta operação que a partir da linha de comandos exige a inserção da nova palavra-passe para o utilizador, confirmação dessa mesma palavra-passe e ainda o *login* de utilizador do SO para a execução do comando, envolveu muitas horas de investigação e de testes com diversos comandos e técnicas para ser possível criar um comando capaz de realizar isto tudo numa única instrução a enviar para a linha de comandos através da interface gráfica. As dificuldades foram grandes porque em alguns dos casos não existia qualquer tipo de documentação ou ajuda, isto por ser uma área ainda pouco desenvolvida.

Terminado este conjunto de configurações, foi criada a interface gráfica para a criação de utilizadores de domínio, a qual é apresentada na Figura 14.

Nesta secção destinada à gestão dos utilizadores, além da criação de utilizadores de domínio foram disponibilizadas ainda mais três opções: eliminação, edição e listagem de utilizadores.

Como os utilizadores podem ser agrupados, o serviço de gestão de grupos no sistema foi igualmente desenvolvido seguindo a mesma filosofia de funcionamento e codificação que a gestão de utilizadores, embora com algumas diferenças pois implica a construção de instruções com comandos mais simples, passando desta forma menos argumentos para a linha de comandos. Assim, a interface destinada a gerir grupos permite: criar, eliminar, listar e editar grupos.

Para ser possível ao administrador saber em qualquer momento o estado dos dispositivos de armazenamento relativamente a espaço, foi desenvolvido também uma interface de gestão de quotas que permite: definir quotas; ativar sistema de quotas; desativar sistema de quotas; verificar estado dos periféricos de armazenamento de dados.



Figura 14 – Interface para criação de utilizadores de domínio. Fonte: Lameiras (2011).

6.4. DNS

Os domínios estão organizados numa estrutura hierárquica, com domínios e subdomínios, muito parecida com a organização dos ficheiros e diretórios de um disco rígido. No topo desta hierarquia estão os servidores denominados por *root servers* que gerem toda a Internet representada pelo domínio «.», os quais possuem informação acerca de todos os domínios principais de Internet tais como «.com», «.edu», «.mil», «.org» e até o «.pt» (Pereira, 2005).

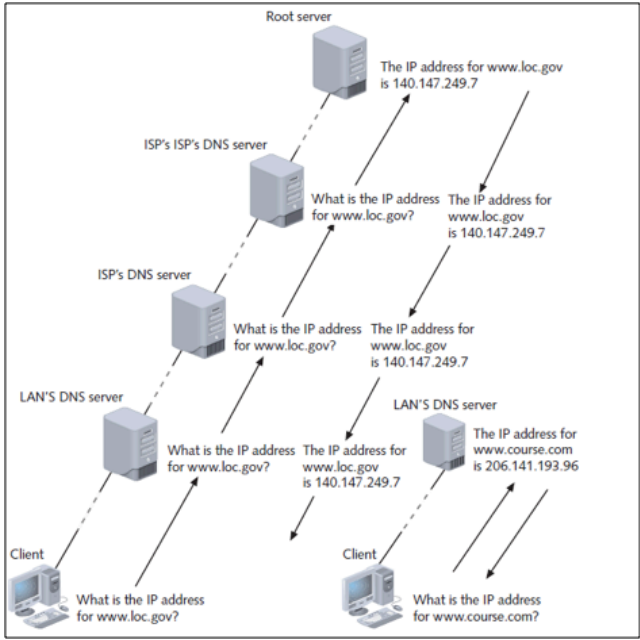


Figura 15 – Resolução de um nome de domínio. Fonte: Dean (2010).

Na Figura 15, podemos analisar o processo de descoberta do endereço IP do domínio “www.loc.gov” realizado a partir de um computador cliente de uma rede local, encaminhado o seu pedido pela hierarquia de servidores DNS até que seja encontrada a informação pretendida, a qual se encontra no *root server* e que será transmitida de volta para o cliente.

Apesar de inicialmente não contar como objetivo no desenvolvimento SIGEDOM, o DNS pela sua importância foi implementado no sistema, garantindo apenas a ligação entre o sistema SIGEDOM e um servidor ISP DNS para que se possa ter ligação à Internet. Com esta opção será facultada ao administrador uma lista de DNS externos a qual pode ser escolhida e atualizada a qualquer momento, incidindo as configurações sobre o ficheiro *resolv.conf*.

A implementação do serviço DNS baseou-se no pacote denominado *bind9* através do seguinte comando: `# apt-get install bind9`.

A instalação localiza-se no diretório */etc/bind*, da qual se destaca o ficheiro *named.conf*, *local* e *named.conf.options* que têm a capacidade de definir as configurações principais do servidor DNS.

6.5. Proxy SQUID

O Squid é uma aplicação bastante popular no âmbito da configuração de *routers* e *firewalls* em Linux, dispondo de mecanismos de *caching*¹⁷ das páginas acedidas e mecanismos de controlo de acessos, suportando igualmente a comunicação com outros proxies no contexto de hierarquias de caches.

Figura 16 – O Squid entre as máquinas cliente e servidor. Fonte: Wessels (2004).

De acordo com Duane Wessels (2004), o Squid é um *software* livre e um projeto de colaboração abrangido pela licença GNU/GPL, o qual pelas suas potencialidades de *caching* consegue armazenar pesquisas web dos seus utilizadores, revelando-se um pormenor muito útil porque se existir um segundo utilizador que execute a mesma pesquisa web irá demorar muito menos tempo, uma vez que os dados estarão em cache e além disso não é consumida a largura de banda para transferir novamente a mesma informação, aumentando significativamente o desempenho da rede. Quanto mais espaço em disco e memória existir, melhor será o desempenho do servidor SQUID. Além destas características este *software* ainda suporta redireccionamentos URL, controlo de tráfego, controlos de acesso sofisticados, inúmeros módulos de autenticação, opções avançadas de armazenamento em disco, interceções HTTP e modo substituto para aceleração de servidor HTTP.

Atendendo às suas excelentes potencialidades e por ser em código aberto, sobre o Squid recaiu a escolha para controlar os acessos de todas as máquinas da rede à Internet. A instalação do Squid foi realizada através do pacote *squid*, recorrendo ao seguinte comando: `# apt-get install squid`.

Após a instalação do SQUID, no diretório */etc/squid* pode ser editado o ficheiro de configuração *squid.conf* que se destaca por incorporar todas as regras de *caching* e controlo de acessos. Para não tornar o ficheiro de configuração principal muito extenso, foram criados quatro ficheiros complementares dentro do diretório */etc/squid*.

O ficheiro *listlocal* regista os endereços web a bloquear, o ficheiro *computadores* regista os endereços IP dos dispositivos de rede a bloquear, o ficheiro *blacklist* regista os endereços web de listas negras¹⁸ importadas da Internet e finalmente o ficheiro *utilizadores* que regista o nome dos *utilizadores* de rede a bloquear.

¹⁷ Técnica que utiliza uma cache (dispositivo de acesso rápido), evitando o acesso ao dispositivo de armazenamento que pode ser mais demorado e armazenando os dados em meios de acesso mais rápidos.

¹⁸ Listas de endereços Web representando categorias que podem ser bloqueados por um proxy.

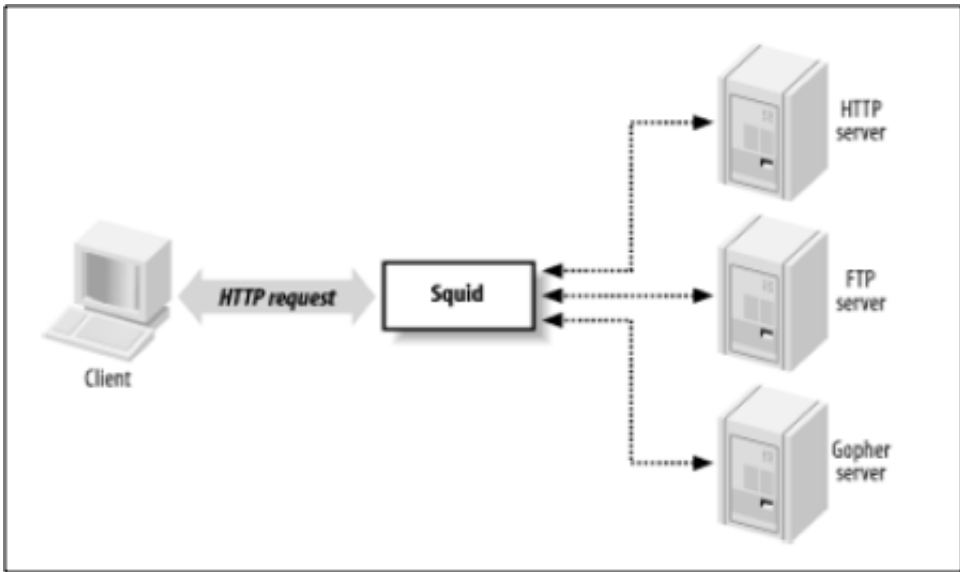


Figura 17 – Diagrama de relações da configuração Squid. Fonte: Lameiras (2011).

6.6. Monitorização de apoio ao ensino

Uma das maiores dificuldades sentidas durante o ensino nas salas de informática reflete-se no facto do docente ter de se deslocar aos computadores dos alunos para acompanhar a sua evolução eliminando eventuais dúvidas e problemas. Isto faz com que a transmissão de conhecimento seja dificultada, agravando-se quando as salas de informática assumem dimensões maiores.

Para ajudar a resolver parte deste problema, controlando melhor a evolução e atividades do aluno, existe um *software* capaz de centralizar num único computador toda esta gestão denominado *iTalc*, de código livre e disponível para diversas plataformas. As principais atividades que ele permite são: visualizar os computadores das salas de informática; captura de imagens; controlo-remoto de computadores para ajudar os alunos; apresentar uma demonstração que pode ser enviada para cada computador remoto; trancar computadores; envio de mensagens para os alunos; desligar e ligar remotamente computadores; permitir que alunos impossibilitados de ir a escola possam assistir à aula lecionada.

O *iTalc* é assim uma das aplicações incorporadas na distribuição, recorrendo a um conjunto de pacotes necessários para o seu correto funcionamento nomeadamente os pacotes *libitalc*, *italc-client* e *italc-master*, os quais podem ser instalados recorrendo ao seguinte comando: `$ sudo apt-get libitalc italc-client italc-master`.

Para ser possível a comunicação entre clientes e servidor *iTalc* de uma forma segura é necessário criar um par de chaves (uma pública e outra privada), as quais são verificadas cada vez que é estabelecida uma ligação.

Embora o *iTalc* tenha o seu próprio ambiente de gestão gráfico, a sua administração passará também pela interface de gestão SIGEDOM, pois a criação e disponibilização de chaves públicas e privadas ficará a cargo da interface SIGEDOM.

6.7. Sistemas de gestão de conteúdos

Os serviços académicos de uma instituição de ensino são normalmente o departamento responsável por facultar normas, calendarizações, regulamentos, legislação, informações de

curso entre outras aos alunos, docentes e restante público.

Optou-se assim por ser incorporada na distribuição um CMS¹⁹ denominado Drupal, composto por um código muito bem estruturado e comentado, sendo fácil de entender, pois a sua equipa de programadores leva muito a sério este pormenor. Além de ser uma aplicação em código aberto, detentor de vários prémios, o seu código é em PHP. A instalação deste CMS recorreu ao pacote *drupal6* através do seguinte comando: `# apt-get install drupal6`. O diretório */etc/drupal/6* contém a instalação deste CMS, existindo redireccionamentos para outro diretório denominado */usr/share/drupal6* que contém as páginas web do CMS, templates e restante informação de gestão.

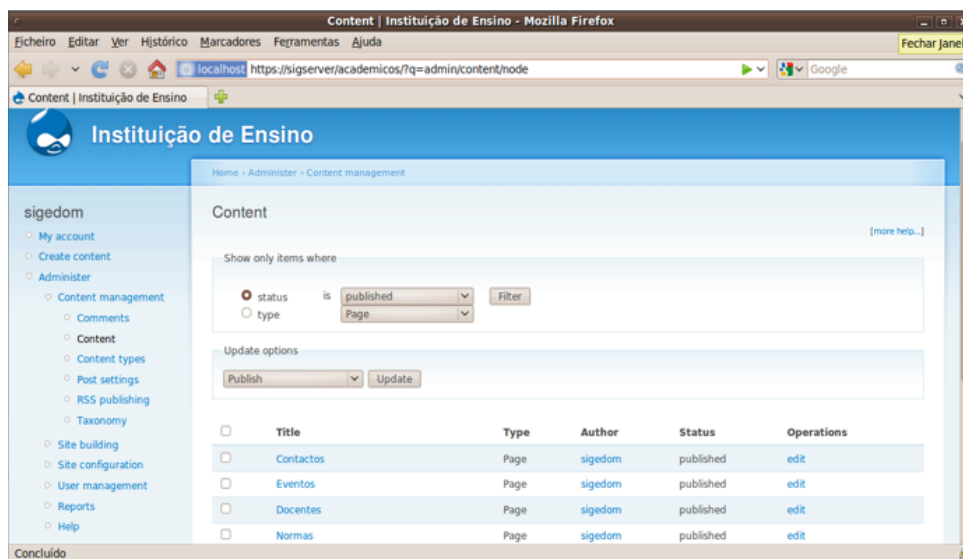


Figura 18 – Interface de administração do CMS Drupal. Fonte: Lameiras (2011)

O ensino eletrónico, onde o meio de transmissão é feito através de tecnologia computacional, envolvendo especialmente tecnologia digital conhecido como *eLearning*, pode ser definido como uma ferramenta pedagógica onde geralmente a interação cara-a-cara não ocorre, sendo utilizado como alternativa de ensino numa variedade de contextos. As instituições de ensino podem ficar assim *online* disponibilizando qualquer curso, permitindo aos seus alunos aprenderem a partir da sua casa, usufruindo de um ensino estruturado através de programas e tutoriais, fóruns de discussão *online*, entre muitos outros (Mehta, 2009).

De entre os vários LMS²⁰ destinados ao *eLearning*, o Moodle é o mais popular e utilizado, sendo um *software* em código aberto, onde novos módulos estão constantemente a ser desenvolvidos e disponibilizados pela grande comunidade Moodle (Rice, 2010).

O processo de instalação do Moodle embora demore mais tempo é semelhante ao Drupal, pelo que se encontra disponível para a vertente Linux. O pacote de instalação denomina-se *moodle*, o qual foi instalado através do comando: `# apt-get install moodle`.

Relativamente à consola de gestão web SIGEDOM, existem duas opções relacionadas com a plataforma Moodle e Drupal, ambas para acesso à área de administração e acesso ao sítio web.

¹⁹ Content Management System.

²⁰ Learning Management System. Plataforma de ensino à distância.

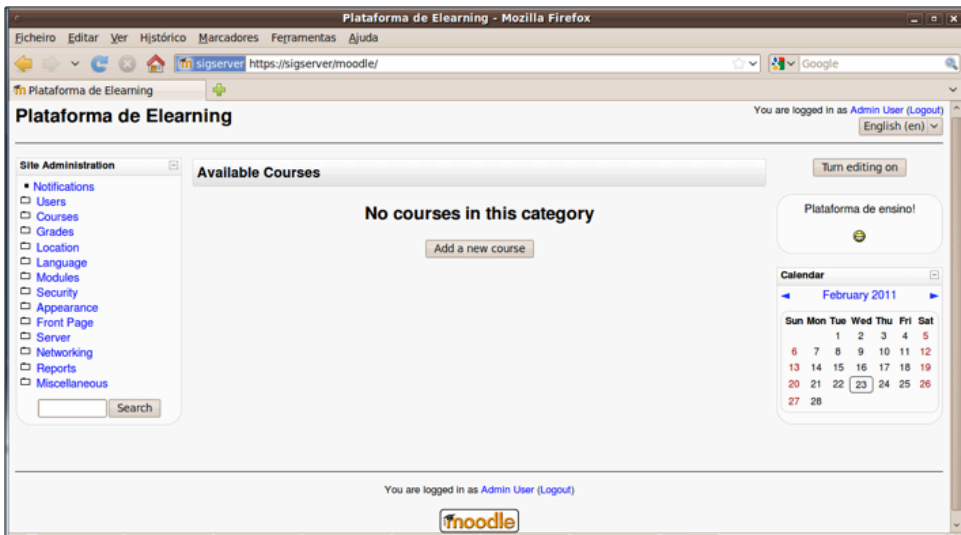


Figura 19 - Interface principal da plataforma ELearning. Fonte: Lameiras (2011).

7. Considerações Finais

O desenvolvimento da distribuição SIGEDOM, permite atender à gestão de um vasto conjunto de serviços dedicados às redes locais do campus informático das instituições de ensino, implicando a incorporação de um considerável conjunto de serviços e funcionalidades que pela sua união origina uma considerável complexidade.

Tendo em conta os custos associados a licenciamentos comerciais e a racionalização das TIC imposta na Administração Pública, a distribuição SIGEDOM assume particular destaque, pois permite munir as instituições de ensino com código livre reduzindo os seus custos e ao mesmo tempo respeitar a atual legislação imposta.

As interfaces desenvolvidas, não têm como objetivo retirar ou eliminar o uso da linha de comandos, apenas facilitar o uso dela, e quando o administrador estiver devidamente integrado no ambiente Linux, ser capaz de complementar aos poucos a gestão da rede com a mesma, pois a mesma tem inúmeras potencialidades.

Apesar de obtermos uma arquitetura de funcionamento completamente desenvolvida, a questão da melhoria contínua da distribuição deverá ser levada em conta, pois diariamente são lançadas na Internet novas versões dos serviços base da distribuição. Constantes atualizações melhoram a gestão ou simplesmente suprimem falhas de segurança e diversas incompatibilidades.

Ao adaptar-se uma distribuição em código aberto, cientes do espírito de comunidade por detrás de qualquer uma delas, a distribuição SIGEDOM encontra-se disponível de forma gratuita.

8. Bibliografia

- Boronzcyk, T. & Naramore, E. & Gerner, J. & Scouarnec, Y. & Stolz, J. & Glass, M. (2009). Beginning PHP6, Apache, MySQL Web Development. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- Camara, P. (2001). Humanator. Lisboa: Publicações Dom Quixote, Lda.
- Dean, T. (2010). Network+ Guide to Network— Fifth Edition. Boston: Cengage Learning.

- Delisle, M. (2008). *Mastering php MyAdmin 2.11 for Effective MySQL Management*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Galbraith, P. (2009). *Developing Web Applications with Perl, memcached, MySQL and Apache*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- Hunger, S. (2010). *Debian GNU/Linux Bible*. New York: Hungry Milcs, Inc.
- Macintyre, P. (2010). *PHP – The Good Parts*. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.
- Mehta, N. (2009). *Choosing an Open Source CMS*. Birmingham: Packt Publishing.
- Teen, A. (2014). *Technology Benchmarking Survey*. NAED Education & Research Foundation, Inc.
- Netcraft (2015, 16 de outubro). *October 2015 Web Server Survey*. Acedido a 17 de outubro de 2015, em <http://news.netcraft.com/archives/2015/10/16/october-2015-web-server-survey.html#more-21849>.
- Lameiras, H. (2011). *Distribuição de Código Aberto para Administração Escolar: EST*. Instituto Politécnico de Castelo Branco. Dissertação de Mestrado.
- Pereira, F. (2005). *Linux, 5ª Edição*. Lisboa: FCA – Editora Informática, Lda.
- Raggi, E. & Thomas, K. & Parsons, T & Channelle, A. & Vught, S. (2010). *Beginning Ubuntu Linux – Fifth Edition*. Apress.
- Rice, W. & Nash, S. (2010). *Moodle 1.9 Teaching Techniques*. Birmingham: Pact Publishing.
- Wessels, D. (2004). *SQUID: The Definitive Guide*. O'Reilly.