

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
Departamento de Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Gestão e manutenção do DNS nacional

**FCCN - Fundação para o Desenvolvimento dos Meios
Nacionais de Cálculo Científico**

Artur Manuel Pereira Romão

Lisboa, Julho de 1993

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
Departamento de Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Gestão e manutenção do DNS nacional

**FCCN - Fundação para o Desenvolvimento dos Meios
Nacionais de Cálculo Científico**

Artur Manuel Pereira Romão

Responsável pelo DI-FCUL: Prof. Pedro Veiga
Responsável pela FCCN: Prof. J. Legatheaux Martins

Lisboa, Julho de 1993

Índice

Introdução	5
1. Instituição de acolhimento	7
1.1. Apresentação da instituição	7
1.2. Integração na instituição	8
1.3. Ambiente de trabalho	9
2. Objectivos do estágio	11
2.1. A "profissionalização" da administração do DNS nacional	11
2.2. O novo primário de .PT	11
2.3. Novos serviços	12
2.4. Plano inicial dos trabalhos	12
3. Trabalho desenvolvido	15
3.1. Operações diárias	15
3.1.1. <i>Monitorização da actividade do servidor</i>	15
3.1.2. <i>Registo de novos domínios</i>	16
3.1.3. <i>Reverse-mapping</i>	16
3.1.4. <i>Assistência a administradores de domínios portugueses</i>	16
3.2. Novo primário de .PT	17
3.2.1. <i>Processo de selecção</i>	18
3.2.2. <i>Instalação da máquina</i>	18
3.3. Estudo sobre o Domain Name System	19
3.4. Segurança do primário de .PT	20
3.4.1. <i>Restrições ao acesso remoto</i>	20
3.4.2. <i>Monitorização de problemas de segurança internos</i>	21
3.4.3. <i>Problemas de segurança com o FTP</i>	21
3.5. Arquivo de software e documentação	22
3.5.1. <i>Instalação do acesso por FTP</i>	22
3.5.2. <i>Estrutura do arquivo</i>	22
3.6. Base de dados RIPE	24

3.7. Melhoramentos no DDT - Domain Debug Tools	24
3.7.1. <i>Estudo do DDT</i>	25
3.7.2. <i>Implementação da versão 2.0 do DDT</i>	26
3.7.3. <i>Divulgação do DDT 2.0</i>	28
3.7.4. <i>Utilização do DDT para análise de .PT</i>	29
3.8. Serviço de sincronização	29
3.8.1. <i>Estudo do Network Time Protocol</i>	30
3.8.2. <i>Implementação do Network Time Protocol</i>	31
4. Trabalho a desenvolver	33
4.1. Continuação do trabalho	33
4.2. Tarefas a concluir	33
4.3. Evolução do trabalho já desenvolvido	34
4.3.1. <i>Evolução do DDT</i>	34
4.3.2. <i>Políticas a implementar no DNS nacional</i>	35
4.4. Tarefas a iniciar	35
5. Conclusões	37
5.1. Importância do trabalho desenvolvido	37
5.2. Incumprimento do plano de trabalhos inicial	38
5.3. Considerações finais	38
Bibliografia	41
Apêndice A - Serviço DNS da RCCN	43
Apêndice B - Relatório da actividade do servidor primário	45
Apêndice C - Relatórios de actividade do Projecto	49
Apêndice D - DDT (Domain Debug Tools)	55
Apêndice E - Formulário para pedido de registo de domínio	57
Apêndice F - Registos da base de dados RIPE	61
Apêndice G - Lista oficial dos domínios Internet em Portugal	67

Introdução

Neste relatório apresento uma descrição do estágio que realizei no 5º ano da Licenciatura em Informática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL). Teve como instituição de acolhimento a FCCN - Fundação Nacional para o Desenvolvimento dos Meios Nacionais de Cálculo Científico e realizou-se de Janeiro a Julho do corrente ano.

O estágio teve como tema "*Gestão e manutenção do DNS nacional*", e a proposta inicial tinha como objectivos genéricos o auxílio na gestão do servidor primário do domínio *.PT* (Portugal) e instalação de vários serviços junto do mesmo, tendo o estágio sido integrado no projecto "*Serviço de DNS da RCCN*". Ao longo do texto que se segue passarei a designar aquele simplesmente como Projecto.

Tive como orientadores o Prof. Legatheaux Martins (coordenador do Projecto), por parte da FCCN e o Prof. Pedro Veiga, por parte do Departamento de Informática da FCUL (DI-FCUL).

Em relação à organização deste relatório, o mesmo foi dividido em secções, da seguinte forma:

- Secção 1: Apresentação da instituição de acolhimento e de outras onde trabalhei, com a descrição do processo de integração nas mesmas e do ambiente de trabalho;
- Secção 2: Indicação dos objectivos do estágio e das necessidades que motivaram a sua proposta, com a apresentação do plano de trabalhos inicialmente proposto;
- Secção 3: Descrição detalhada do trabalho efectivamente desenvolvido no decurso do estágio;
- Secção 4: Apresentação das perspectivas em aberto para o trabalho a realizar no Projecto depois do estágio;
- Secção 5: Reflexão sobre as lições a tirar deste estágio e a importância que o mesmo teve dentro da panorâmica geral do curso.

Tentei apresentar nas secções acima apenas assuntos directamente relacionados com o estágio, sem entrar em descrições muito pormenorizadas sobre aspectos que não tenham a ver directamente com a descrição do trabalho efectuado. Esses são apresentados à parte em Apêndices:

- Apêndice A: Enumeração das tarefas a realizar no âmbito do Projecto (Anexo ao contrato assinado entre a FCCN e a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT-UNL));

- Apêndice B: Apresentação de um relatório de actividade diária do servidor primário nacional;
- Apêndice C: Apresentação dos relatórios trimestrais sobre a actividade desenvolvida no Projecto enviados à FCCN, relativos aos primeiros seis meses de 1993;
- Apêndice D: Texto de apresentação do pacote DDT - Domain Debug Tools, cuja segunda versão foi inteiramente desenvolvida no âmbito do estágio;
- Apêndice E: Apresentação do formulário para pedido de registo de um domínio em Portugal;
- Apêndice F: Exemplo de um registo na base de dados RIPE, com notas explicativas sobre o mesmo;
- Apêndice G: Lista oficial dos domínios portugueses, tal como era constituída à data de conclusão deste relatório.

Em Anexo apresento dois documentos resultantes do estudo e experiência adquiridas durante o estágio, um sobre o DNS e outro sobre serviços de sincronização distribuída.

1. Instituição de acolhimento

Nesta secção apresento a Instituição de acolhimento, a FCCN. No entanto há que esclarecer que a FCCN não me acolheu na verdadeira acepção da palavra, uma vez que nunca trabalhei nas suas instalações. Devido ao facto de o Projecto fazer parte de um contrato com uma Faculdade e de o coordenador do mesmo ser professor nesta e noutra Faculdade, foram estas as instituições que verdadeiramente me acolheram: o DI-I-CUL e a FCT-UNL. A referência à FCCN como instituição de acolhimento deve-se apenas ao facto de ter sido esta que apresentou a proposta de estágio à FCUL.

1.1. Apresentação da instituição

A Fundação para o Desenvolvimento dos Meios Nacionais de Cálculo Científico é uma instituição privada sem fins lucrativos, constituída em fins de 1986 e declarada de utilidade pública em 1987.

Foi fundada pelas seguintes instituições:

- JNICT - Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica;
- LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil;
- CRUP - Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas;
- INIC - Instituto Nacional de Investigação Científica (entretanto extinto).

A sua actividade foi iniciada em Abril de 1987, sendo o seu principal objectivo a promoção de infra-estruturas no domínio da computação científica, gerindo-as, nuns casos, e doando-as, noutros.

Entre os seus principais projectos e actividades destacam-se os seguintes:

- *CCCN - Computação para a Comunidade Científica Nacional*, promovendo a instalação e utilização de infra-estruturas de computação científica e sua articulação nas instituições do seu universo. Dentre aquelas destaca-se o Nó Central de Cálculo de Lisboa, equipado com um super-computador Convex C-220, acessível à comunidade científica portuguesa;
- *ICCN - Informação para a Comunidade Científica Nacional*, com a realização de estudos e acções de divulgação no âmbito da informação científica e tecnológica para a comunidade científica, bem como infra-estruturas (automatização de bibliotecas,

acesso a bases de dados, etc.);

- *ACCN - Apoios à Comunidade Científica Nacional*, destinados a promover a edição de livros e realização de encontros e seminários, considerados de interesse para a comunidade científica;
- *SCCN - Software para a Comunidade Científica Nacional*, contribuindo para uma utilização racional de software por parte da comunidade científica, através de negociações com os fornecedores de software comercial de qualidade, de modo a obter condições atractivas de licenciamento, mantendo e disponibilizando um arquivo de software de domínio público;
- *RCCN - Rede da Comunidade Científica Nacional*, uma rede privada multiprotocolo que viabiliza serviços para a comunidade portuguesa de investigação e desenvolvimento científico e tecnológico. Esta contempla uma rede privada X.25 (temporariamente tem-se também utilizado a rede pública de dados, operada pela Telepac) com centros de comutação em Lisboa e Porto e acessos a partir das várias Universidades e outras instituições de I&D. Os vários serviços considerados sobre a RCCN são o correio electrónico X.400 e SMTP, serviço de directoria X.500, FTAM (para transferência, acesso e manipulação de ficheiros), infra-estrutura TCP/IP e o serviço DNS, incluindo a gestão do domínio *.PT*, tendo sido nesta última vertente que o meu estágio foi integrado.

1.2. Integração na instituição

Foi definido à partida que trabalharia sempre muito próximo do coordenador do Projecto, por imperativos de coordenação do trabalho - isto teve para mim a vantagem de o acompanhamento do meu trabalho ter sido eficaz. Assim, comecei por trabalhar nas instalações do DI-FCUL, onde na altura leccionava o Prof. Legatheaux Martins. A integração no ambiente de trabalho foi o mais simples possível, dado que trabalhava já algum tempo nas referidas instalações, quer como monitor da disciplina de Sistemas de Exploração I, da Licenciatura em Informática, quer como colaborador do PUUG - Grupo Português de Utilizadores do Sistema UNIX, que tinha ali a sua sede.

Em finais de Abril o Prof. Legatheaux Martins mudou-se para a FCT-UNL, no Monte de Caparica, situação já prevista aquando do início do estágio, pelo que o acompanhei nessa mudança. Na FCT-UNL passei a trabalhar no seu gabinete, o que me facilitou muito o trabalho, visto que podíamos trocar impressões sobre o mesmo em qualquer altura. Aliás, sendo ele a única pessoa com quem precisei de dialogar directa e constantemente - outros interlocutores com quem precisei de manter contactos estavam acessíveis através do correio electrónico ou telefone

e a necessidade não era imediata - não tive nunca problemas em encontrar alguém que me desse os esclarecimentos necessários à prossecução do trabalho.

1.3. Ambiente de trabalho

Tanto no DI-FCUL como na FCT-UNL tive à minha disposição uma estação de trabalho NeXT, disponibilizada pela FCCN para a realização do Projecto. Esta máquina, que presentemente se chama *morgaine.fct.unl.pt*, esteve sempre ligada ao exterior, por meio das infra-estruturas da RCCN, com acesso a diversos pontos no país (meios universitários e de investigação ligados à RCCN) e estrangeiro (Internet). Esta ligação era fundamental dada a natureza do trabalho a desenvolver, vindo a minha experiência anterior neste ambiente distribuído a revelar-se muito importante, pelo menos para poder começar a avançar mais rapidamente.

Logo no início do estágio foi-me facultado o acesso à máquina *ns.dns.pt*, servidor primário, em termos de DNS, de *.PT*. É nesta máquina que se centra a parte fundamental do DNS nacional, uma vez que, como resultante das suas funções, é o principal ponto de acesso aos outros domínios portugueses, contendo informação fundamental sobre todos eles. Além disso, os registos de novos domínios são feitos em bases de dados mantidas nesta máquina.

Foi ainda importante, em termos não só de auxiliar de estudo no início, mas também de plataforma de testes numa fase mais avançada, o acesso privilegiado às configurações do DNS de instituições como o PUUG e o DI-FCUL, além do domínio *.PT*, como é óbvio.

2. Objectivos do estágio

Apresentam-se a seguir os objectivos do estágio, com uma panorâmica das necessidades que, no seu conjunto, estiveram na base da proposta daquele. Faz-se igualmente uma apresentação do plano inicial dos trabalhos.

2.1. A "profissionalização" da administração do DNS nacional

A montagem do DNS nacional data de meados de 1991, tendo sido possível na sequência do surgimento do projecto "*Serviço IP da RCCN*" e da consequente montagem da infra-estrutura IP nacional [MAR92].

O processo seguiu várias fases, durante as quais alguns erros foram cometidos e posteriormente corrigidos, um dos quais originou o aparecimento de um ciclo de tráfego entre três *routers*, originando a saturação e consequente colapso da rede na região de Lisboa. Graças ao empenho dos intervenientes e auxílio de pessoal experiente de instituições internacionais (CWI, EUnet, RIPE), os problemas foram sendo ultrapassados, culminando o processo com a aceitação pelo NIC (Network Information Center) do sistema nacional. No entanto, os problemas acima referidos foram determinantes para a tomada de consciência da necessidade de uma coordenação eficaz e centralizada, tendo sido elaborado um conjunto de documentos com regras e procedimentos precisos a serem respeitados pelos servidores de DNS das diferentes instituições.

Era, portanto, necessário encontrar um esquema que providenciasse a coordenação desejada. Começou por existir um conjunto de pessoas formado pelo Dr. António Inês Silva, do LNEC, Jorge Frazão de Oliveira e o Prof. Legatheaux Martins (coordenador do grupo) do DI-FCUL, que assegurava a operação do servidor primário e executava as tarefas de registo de novos domínios. Este trabalho foi sempre feito numa base informal, assente na boa vontade das pessoas envolvidas. Para assegurar a eficácia do serviço era necessário implementá-lo numa base formalizada, dispondo de uma equipa de pessoas claramente afectadas ao mesmo, a quem seriam proporcionados os meios necessários à execução das tarefas pelas quais seriam responsabilizadas. Foi assim que surgiu o projecto "*Serviço de DNS da RCCN*", coordenado pelo Prof. Legatheaux Martins e cuja implementação passou pela assinatura de um contrato entre a FCCN e a FCT-UNL.

2.2. O novo primário de .PT

A *ns.dns.pt* é uma VAXstation 3100, com 8 Mbytes de RAM e 150 Mbytes em disco, utilizando o sistema de exploração Ultrix 4.2. Para primário de um país como Portugal, dado o volume de

informação que isso envolve, esta configuração é (tem sido) suficiente. No entanto, o ritmo de registos de domínios tem aumentado ultimamente, o que implica um aumento do volume de informação sobre a qual a máquina tem de responder, principalmente a perguntas vindas do exterior. Além disso, a contabilização do tráfego IP na RCCN, feita pela Universidade do Minho a partir desta máquina, induz um aumento de tráfego e de carga que interfere claramente com a sua actividade principal. Em particular, torna um tanto penosa a tarefa dos seus administradores, quando têm de lhe aceder remotamente.

Por outro lado, existe a intenção de instalar no primário nacional uma série de serviços (a que me referirei adiante) que irão exigir da máquina um acréscimo de requisitos a nível de recursos e *performance*.

Estes factores, aliados ao facto de que a Digital não assegurou a evolução do sistema Ultrix (o que significa que deixamos de ter a possibilidade de fazer evoluir o sistema da *ns.dns.pt*), puseram em evidência a necessidade duma nova máquina, para responder aos requisitos atrás mencionados. O processo de escolha e a sua instalação e gestão ficaram, como é natural, englobados no Projecto.

2.3. Novos serviços

O facto de a *ns.dns.pt* ser o servidor primário de Portugal faz com que esta máquina seja um importante ponto de acesso ao país, conhecido no mundo inteiro. Como tal, faz sentido, desde que as condições o permitam, que seja nela que se concentrem determinados serviços dos quais funcionará também como uma espécie de primário. Foi esta motivação que esteve na origem do planeamento da instalação de um arquivo de documentação sobre o Internet mundial, software relacionado com DNS e um servidor de sincronização (*time service*). Espera-se que nestes campos, à semelhança do DNS, a *ns.dns.pt* seja vista como a referência nacional, pelo que há que facilitar o acesso aos serviços mencionados. Para isso planeou-se também a instalação de servidores para descoberta de recursos no Internet, permitindo a transferência de ficheiros e consulta *on-line* dos arquivos e informações disponíveis. Assim, pretendia-se instalar servidores de FTP, WAIS, Gopher e WWW, entre outros possíveis, e ainda aproveitar os serviços de directoria X.500, disponíveis na RCCN. Para o *time service* instalar-se-ia um servidor de NTP (Network Time Protocol), mantendo em aberto a possibilidade de adquirir o equipamento necessário para se montar um serviço primário de referência horária.

2.4. Plano inicial dos trabalhos

O plano de trabalhos inicialmente acordado com o Prof. Legatheaux Martins foi o seguinte (entre parêntesis indica-se a duração esperada para cada etapa):

- *escolha da nova máquina* (0.5 semanas): compreendia a análise das propostas apresentadas a concurso, confrontando-as com a configuração pretendida, e selecção da vencedora;
- *estudo do DNS* (2 semanas): consistia num estudo aprofundado sobre o Domain Name System, com base na literatura publicada sobre o assunto e dos standards que estiveram na sua génese, assim como a utilização de ferramentas para experiências com o sistema;
- *novo report do name server* (2 semanas): melhoramento do *report* que existia na *ns.dns.pt*, de forma a torná-lo mais informativo sobre a actividade diária do servidor;
- *melhoria da segurança da máquina* (1 semana): incluía a definição de políticas de acesso remoto, instalação do software apropriado e geração de relatórios para monitorização constante;
- *arquivo de software e documentação* (1 semana): definição da estrutura do arquivo, com actualização automática a partir dos arquivos de referência espalhados pelo mundo inteiro e substituição do modo de acesso baseado em TFTP por FTP anónimo;
- *DDT - Domain Debug Tools* (4 semanas): estudo deste *package* e de outro software semelhante, para adição de eventuais melhoramentos e produção de relatórios periódicos sobre a situação do DNS nacional;
- *base de dados RIPE* (3 semanas): estudo da estrutura e gestão desta base de dados, com vista à manutenção de uma cópia na *ns.dns.pt*, assim como a sua divulgação e implementação de meios de consulta da mesma;
- *instalação da nova máquina* (1.5 semanas): instalação na nova máquina do sistema original e de todo o software já em utilização na actual *ns.dns.pt*;
- *instalação de serviços de informação* (3 semanas): instalação de servidores para descoberta de recursos, passando pelo estudo prévio de cada um e divulgação da existência dos mesmos;
- *montagem de um serviço de sincronização* (4 semanas): estudo do Network Time Protocol, com vista à instalação, manutenção e divulgação de um servidor de tempo;
- *relatório de estágio* (4 semanas): elaboração do relatório final de estágio.

Desta forma, cumprindo o plano, a duração total do estágio seria de 26 semanas, começando em Janeiro e prolongando-se até Julho. Este plano foi objecto de uma apresentação ao grupo de trabalho sobre TCP/IP da FCCN (FCCN-IP-WG), em reunião do mesmo no dia 18 de Março de

3. Trabalho desenvolvido

Segue-se uma descrição pormenorizada do trabalho efectivamente realizado. Em apêndice apresentam-se os dois relatórios entregues à FCCN, sobre a actividade desenvolvida no âmbito do Projecto, relativa aos dois primeiros trimestres de 1993. A elaboração destes relatórios, em inglês e português, faz parte do contrato assinado com a FCT-UNL.

3.1. Operações diárias

Uma das minhas funções era colaborar no conjunto de actividades diárias inerentes à operação do primário nacional. Não é que houvesse um conjunto bem definido destas actividades, a realizar diariamente. Refiro-me a tarefas que surgiam regularmente e às quais eu tinha de estar preparado para dar resposta.

3.1.1. Monitorização da actividade do servidor

Diariamente são gerados relatórios que resumem a actividade do servidor no dia anterior sendo a análise desses relatórios uma das primeiras coisas a fazer, com vista a detecção de problemas. Para os construir escrevi um conjunto de programas, baseados num outro de autoria de Bryan Beecher, da Universidade de Michigan, que produzia um *report* muito limitado, do qual se extraía pouca informação útil - apenas tabelas com a indicação dos endereços de quem fez mais perguntas ao servidor, quais os nomes mais perguntados e que tipo de perguntas eram feitas.

O que fiz foi tentar colmatar essas lacunas, pelo que a informação que actualmente se encontra nos relatórios da *ns.dns.pt* incluem as estatísticas do servidor (número de perguntas, número de respostas, volume de tráfego DNS de entrada e saída, erros, etc), nome e endereço de quem fez mais perguntas ao servidor, qual a pergunta que cada um fez mais vezes e quais os nomes mais perguntados, globalmente, e ainda que tipo de perguntas eram feitas.

Com este tipo de relatório passou-se a dispor de um conjunto de dados muito mais útil, com uma melhor ideia acerca da actividade do servidor. Por exemplo, o simples facto de se indicar o nome das máquinas que mais vezes contactaram o servidor e o nome pelo qual mais perguntaram tornou possível identificar determinadas anomalias, algumas das quais puderam ser corrigidas, quer localmente, quer em coordenação com os administradores dos domínios envolvidos (casos do PUUG e da FCT-UNL). Infelizmente, este tipo de colaboração não foi possível muitas vezes, devido à falta de iniciativa da maior parte das pessoas supostamente envolvidas.

Foi ainda necessário intervir directamente na *ns.dns.pt* para solucionar problemas que afectavam a sua normal actividade, o que por vezes implicou alertar o pessoal que se encontrava

fisicamente junto da mesma, no LNEC, em particular o Dr. António Inês Silva.

3.1.2. Registo de novos domínios

O registo de um sub-domínio de *.PT* é um processo que passa por diversas etapas. Resumidamente, o pedido formal tem de ser feito ao administrador de *PT* (segundo um formulário apresentado no Apêndice E), é feita a análise do mesmo e, caso esteja tudo em ordem, procede-se à efectivação do registo. Coube-me fazer a análise de alguns dos pedidos recebidos durante o período em que durou o estágio e o registo efectivo dos domínios, através da actualização dos ficheiros de configuração do primário. No Apêndice G dá-se conta dos domínios registados no primeiro semestre de 1993.

3.1.3. Reverse-mapping

Para tradução de endereços IP em nomes significativos recorre-se a um mecanismo denominado por *reverse-mapping*, também ele assegurado pelo DNS. Foi estabelecido que a *ns.dns.pt* daria apoio ao *reverse-mapping* de todas as instituições ligadas à RCCN que manifestassem essa intenção. Assim, durante o estágio vários foram os pedidos nesse sentido, tendo-me cabido a tarefa de lhes responder, efectivando aquele apoio através da configuração do servidor.

Até ao momento apenas uma minoria de instituições se nos dirigiu para pedir apoio aos seus *reverse-mappings*, sendo desejável que todas o fizessem. É desagradável não poder identificar uma máquina da qual conhecemos o endereço, ainda por cima sabendo que essa impossibilidade provém da inércia das pessoas responsáveis por esse serviço na instituição à qual aquela pertence. Espera-se que, gradualmente, as pessoas tomem consciência deste facto e tomem a iniciativa de solicitar aquele serviço. O processo é simples e as vantagens daí resultantes são consideráveis.

Por outro lado, outros administradores tomaram a iniciativa de indicar a *ns.dns.pt* como secundária dos seus *reverse-mappings* sem nos avisarem, o que provocou um volume considerável de perguntas às quais aquela não sabia responder.

3.1.4. Assistência a administradores de domínios portugueses

Dadas as características muito particulares do DNS, a sua correcta gestão e o domínio adequado do seu modo de funcionamento são tarefas que pressupõem um conhecimento profundo e especializado deste sistema. Este tipo de conhecimento nem sempre existe, pelo menos a um nível adequado, entre algumas pessoas a quem foram confiadas as tarefas de administração dos domínios de instituições ligadas à RCCN. Assim, uma das minhas tarefas era prestar o auxílio necessário àquelas pessoas no sentido de as ajudar a configurar e manter o funcionamento

adequado dos seus sistemas. Este tipo de ajuda foi prestada por diversas vezes, quer por meio de contactos directos quer através de correio electrónico, a administradores de domínios como os da FCUL, FCT-UNL, Universidades de Coimbra e Aveiro e Instituto Superior Técnico.

Outra vertente deste auxílio foi a mudança dos endereços dos servidores primários dos domínios UTL.PT, da Universidade Técnica de Lisboa e UMA.PT, da Universidade da Madeira. Estes processos exigiram a coordenação, a nível nacional dos administradores de todos os servidores de cada um daqueles domínios. A mudança implicou o respeito de determinadas regras, a seguir sempre que se procedem a alterações deste tipo.

Em relação ao auxílio a prestar há ainda que referir o *package* DDT (a apresentar adiante). Com este conjunto de ferramentas tentou-se informar os administradores dos domínios nacionais acerca dos problemas existentes no DNS nacional, na expectativa de que estes os corrigissem, ou pelo menos nos perguntassem como o fazer. Nem uma nem outra situação foi muito frequente até ao momento, o que não deixa de ser lamentável.

3.2. Novo primário de .PT

Como já foi referido em 3.1 havia a necessidade de se adquirir uma nova máquina para substituir a actual *ns.dns.pt*. A minha primeira tarefa no âmbito do trabalho de estágio foi auxiliar o coordenador do Projecto na análise das propostas apresentadas a concurso público, organizado pela FCCN, pelos representantes de alguns dos principais fabricantes mundiais de hardware. Esta análise tinha como base um conjunto de requisitos, considerados essenciais para que a máquina desempenhasse convenientemente as suas funções, a saber:

- CPU RISC de alta performance;
- 32 Mbytes de memória RAM;
- 1 Gbyte em disco;
- interface síncrona, para eventual instalação de uma interface X.25;
- interface ethernet;
- écran monocromático sem requisitos especiais;
- drive para tape para backups, com capacidade mínima de 150 Mbytes;
- licença para quatro utilizadores
- CD-ROM, para actualizações do software de sistema;
- sistema operativo UNIX, compatível com as versões BSD e System V Release 4;
- compilador de C;
- documentação em suporte magnético.

3.2.1 Processo de selecção

Foi elaborado um estudo tendo em conta as propostas apresentadas pelos representantes da Digital, Hewlett-Packard, IBM, NeXT e Sun, tendo a escolha recaído sobre esta última. As razões da selecção foram as seguintes:

- A proposta da Softlog (NeXT) não tinha o perfil adequado para as funções pretendidas por se tratar de uma estação pessoal de trabalho que, embora excelente, não apresenta as características necessárias para desempenhar o papel de *server* que se pretendia. Por outro lado, não dispunha na versão de base de interface síncrona, sendo necessário recorrer a terceiros para as obter.
- A proposta da Digital também não dispunha das interfaces síncronas nem de X.25. Mas mais importante do que isso, a configuração proposta baseava-se numa arquitectura MIPS e no sistema Ultrix, enquanto a Digital passou a investir no processador Alpha e no sistema OSF/1. Corria-se, portanto, o risco de adquirir uma linha a que a empresa deixaria de dar suporte dentro de pouco tempo.
- A proposta da Hewlett-Packard, apesar da excelente qualidade e preço, baseava-se no sistema HP-UX, compatível com System V release 3.2 mas não com System V Release 4 nem com BSD, o que levantaria problemas na instalação e manutenção do software específico a instalar (BIND, FTP, Gopher, WAIS, WWW, DDT, NTP, etc.).
- À proposta apresentada pela IBM foi rejeitada à partida uma vez que o seu preço era demasiado alto.
- A proposta da Solsuni (SUN) satisfaz todos os requisitos atrás enumerados, tanto a nível de hardware como de software. Além disso, o facto de esta ser a arquitectura dominante em todos os NICs europeus, em particular no RIPE NCC (RIPE Network Coordination Center).

As conclusões deste estudo foram apresentadas à FCCN que, tendo-as aceite, adjudicou à firma Solsuni, SA o fornecimento do material.

3.2.2. Instalação da máquina

Até ao momento não foi possível pôr a nova máquina em funcionamento. A sua entrega só foi efectuada em finais de Maio. Nessa altura, após um exame ao equipamento entregue, foi concluído que não era possível fazer a ligação do mesmo à rede, por falta de um cabo adequado para o efeito, dado que a interface destinada a essa ligação não ser standard. Para isso era necessário um cabo especial da SUN, que foi prontamente encomendado à empresa fornecedora.

Cerca de um mês depois esta entregou um cabo que viria a revelar-se inadequado. Mais uma vez se interveio junto da empresa no sentido de fornecerem um cabo próprio e, até ao momento, está-se à espera que este seja entregue.

Devido a todos estes precalços ficou por realizar uma das tarefas previstas para o estágio. Conta-se proceder à instalação assim que as condições o permitam, uma vez que a necessidade da nova máquina se faz sentir cada vez mais fortemente.

3.3. Estudo sobre o Domain Name System

Dado que o meu trabalho andaria constantemente à volta do DNS, era de todo aconselhável que eu dominasse o mais possível este sistema. Assim, uma das primeiras coisas que fiz foi efectuar um estudo aprofundado sobre o assunto, para me familiarizar com os conceitos e princípios subjacentes ao sistema.

Comecei por reunir um conjunto de bibliografia considerada essencial para o estudo que me propunha realizar. Este compreendeu a análise dos standards que estiveram na génese do DNS ([MOC87a], [MOC87b] e [PAR86]), enquadramento na suite de protocolos TCP/IP ([BLA92], [COM91] e [HUN92]), implementação e funcionamento ([ALB92], [DUN92], [LOT87] e [STA87]).

Mas nem só de leitura se fez o meu estudo: a compreensão adequada de alguns aspectos do funcionamento do DNS só foi possível graças a experiências com sistemas reais. Para isso foi-me dado acesso às configurações de várias instituições (referidas em 1.3) e utilizei diversas ferramentas para interagir com servidores DNS (*dig*, *nslookup*). Além disso, tive oportunidade de estudar o código fonte do BIND (versão 4.8.3) de forma a ganhar um melhor entendimento acerca dos pormenores do seu funcionamento. Fiz inclusivamente diversas alterações ao código para produzir um tipo de *tracing* que me permitiu estudar o comportamento do servidor perante determinadas situações, umas resultantes da sua actividade normal, outras que eu próprio provocava.

Este conjunto de experiências consolidou os conhecimentos que tinha adquirido através do estudo anterior, fornecendo as bases necessárias para um melhor desempenho das funções que estava prestes a assumir.

Em anexo apresento um texto sobre DNS, resultante deste estudo e da experiência global adquirida neste campo durante o estágio. Ao longo deste relatório uso termos técnicos relacionados com DNS; para o leitor não familiarizado com o mesmo aconselha-se a leitura prévia daquele documento.

3.4. Segurança do primário de .PT

Uma máquina tão importante como a *ns.dns.pt*, com funções vitais para o bom funcionamento de todas as infra-estruturas de rede nacionais ligadas ao Internet, requer um especial cuidado no que diz respeito à sua segurança. Só pessoal devidamente autorizado deve poder ter acesso à máquina, pelo menos com possibilidade de actuação directa sobre a configuração e administração da mesma. Isto mostra que, em termos de segurança, há dois campos de actuação: externamente, controlando o acesso à máquina e internamente, melhorando a protecção contra ataques à sua configuração. Em ambos os casos se fez um esforço para melhorar a situação existente, com a instalação de *packages* de software de reconhecida eficácia.

3.4.1. Restrições ao acesso remoto

A primeira atitude a tomar em relação a um possível atacante vindo do exterior é negar-lhe o acesso. Como é obvio, desta forma as possibilidades de que consiga pôr em causa a segurança da máquina ficam significativamente diminuídas. Seguindo esta ordem de ideias, instalou-se na *ns.dns.pt* um programa que implementa uma política de controlo de acessos remotos baseada em quem quer aceder a quê. Este software, *tcp-wrapper*, é do domínio público e é geralmente aceite como a melhor forma de solucionar o problema em questão.

Muito resumidamente, o que o programa faz é assumir-se como "porta de acesso" aos servidores cuja segurança se quer melhorar; quando alguém quer aceder a um serviço vindo do exterior, o programa identifica a sua origem e, baseado em tabelas de configuração, determina se pode aceder ao serviço pretendido. Em caso afirmativo é então chamado o servidor respectivo que, a partir daí trata do pedido normalmente. Em caso contrário o acesso é negado, podendo opcionalmente ser tomada alguma atitude em relação a quem fez o pedido.

Para implementar uma política deste género consultaram-se as pessoas que podiam ter acesso à máquina, com possibilidade de execução de comandos (*rlogin*, *telnet*, *rsh*), para se saber de onde desejariam aceder à *ns.dns.pt*. Foi assim definida uma lista de máquinas, basicamente uma por pessoa, a partir das quais se podiam abrir conexões para aqueles serviços. Outras facilidades como o FTP e o FINGER ficaram abertas a toda a gente.

Adicionalmente desenvolveu-se um programa de monitorização que fornece um resumo das tentativas de acesso a cada um dos serviços atrás referidos, sendo esta informação enviada diariamente aos administradores da máquina. Desta forma foi possível detectar, por exemplo, um comportamento suspeito de uma máquina espanhola que durante algum tempo tentou sistematicamente o acesso a serviços "proibidos". Como nunca conseguiu entrar não se ficou a saber qual a natureza das suas intenções. Além disso não se conseguiu identificar nenhum utilizador suspeito daquela máquina uma vez que a mesma não permitia conexões ao serviço

FINGER, para verificar que utilizadores estavam a trabalhar naquele momento. Ao fim de algum tempo as tentativas de acesso foram abandonadas, pelo que é possível que desta forma se tenha conseguido evitar uma incursão mal intencionada no primário do DNS nacional.

3.4.2. Monitorização de problemas de segurança internos

Por vezes existem deficiências na configuração das máquinas que podem causar problemas graves à segurança de todo o sistema (*security holes*). Adicionalmente, os utilizadores podem ter nas suas áreas o mesmo tipo de *security holes*, comprometendo o seu trabalho e o de outros. Se um atacante determinado encontra uma destas deficiências é quase certo que conseguirá servir-se dela para pôr em causa a segurança do sistema. Particularmente graves são os casos de *passwords* muito fáceis de descobrir, especialmente a de *root* nos sistemas UNIX.

Para evitar que problemas deste tipo surgissem na *ns.dns.pt*, para o caso de alguém conseguir furar a barreira do *tcp-wrapper*, instalou-se um *package*, COPS, constituído por uma colecção de pequenos programas, cada um deles explorando uma área específica em termos de segurança. Entre elas podemos destacar as permissões de ficheiros, directórios e *devices*, o conteúdo dos ficheiros de *passwords* e de definição de grupos, os programas executados no arranque do sistema, o estado das áreas de utilizadores, entre outros. Mais uma vez tentou-se utilizar uma ferramenta de reconhecida eficácia no combate a problemas de segurança.

Diariamente é executado um programa que coordena a operação dos outros constituintes do *package*. Aqueles verificam o estado dos diversos sub-sistemas e no fim o resultado global é enviado por correio electrónico aos administradores. Até à data nada de anormal foi detectado, no entanto mantém-se a execução diária dos programas como forma de prevenção de problemas futuros.

3.4.3. Problemas de segurança com o FTP

Adiante referir-me-ei à instalação de um servidor de FTP anónimo na máquina. No entanto, é de mencionar o facto de que a versão do software que se instalou criava um problema de protecção que, devidamente explorado, garantia o acesso em modo privilegiado (*root*) à máquina. A informação acerca deste problema foi divulgada por correio electrónico pelo CERT - Computer Emergency Response Team, uma organização informal de especialistas em segurança envolvendo máquinas ligadas ao Internet. Nessa mensagem eram apresentadas duas soluções para resolver o problema, uma passando pela instalação de uma nova versão do software e a outra implicava a modificação de uma parte do código da versão em uso. Devido a problemas de compatibilidade do compilador de C da *ns.dns.pt*, optou-se pela segunda solução. Espera-se que na nova máquina já seja possível instalar a versão actualizada.

Ainda em relação ao FTP, tentou-se que os ficheiros disponíveis por esta via não contivessem informação passível de ser explorada para atacar o sistema.

3.5. Arquivo de software e documentação

A *ns.dns.pt* continha um arquivo reduzido, com software de domínio público, relacionado com DNS e um conjunto de documentos produzidos por pessoas ligadas à RCCN e alguns RFCs, todos eles também abordando assuntos relativos ao DNS. Uma vez que se pretendia que esta máquina contivesse um conjunto completo e actualizado de documentação e software sobre DNS, havia que planear a montagem de um arquivo que contivesse aquela informação, com uma estrutura e gestão organizadas, dispondo de uma forma de acesso adequada.

3.5.1. Instalação do acesso por FTP

A primeira coisa que se fez foi alterar a forma de acesso ao arquivo já existente, que originalmente se fazia por meio de TFTP. Este protocolo pode ser uma fonte de problemas a nível de segurança, além do que não é o adequado para aceder a um arquivo com as características do que se pretendia montar. Estas razões levaram à instalação de um servidor de FTP anónimo, recorrendo ao software geralmente usado nos arquivos deste tipo espalhados pelo mundo inteiro, desenvolvido na Universidade de Washington. Isto implicou que o arquivo original tivesse de mudar de localização, sendo organizado segundo o esquema habitual nestes casos: vários directórios usados pelo servidor de FTP para configuração e um directório público onde residem os programas e documentos disponíveis.

A seguir salvaguardaram-se pormenores relativos à segurança da máquina, já referidos em 3.4.3. Fizeram-se ainda experiências com ferramentas de actualização automática do arquivo, mas não se instalou nenhuma para ser executada periodicamente, por não ter sido ainda definida a estrutura final.

O funcionamento do sistema desde então não tem dado problemas, sendo acedido regularmente para cópia de ficheiros disponíveis, em especial da documentação da RCCN. O máximo de utilização do arquivo deu-se aquando da divulgação do *package* DDT 2.0 (ver adiante), tendo recebido mais de uma dezena de pedidos por dia durante algum tempo, sem que daí resultassem problemas de qualquer tipo para a máquina.

3.5.2. Estrutura do arquivo

A estrutura de um arquivo com as características do que se planeou montar requer um planeamento cuidadoso a dois níveis: o que se quer ter e onde ir buscá-lo. A primeira questão não era muito difícil de resolver, uma vez que já se sabia à partida que se desejava disponibilizar

documentação e software relativos a DNS. Mas como, em última análise, isso era o que já lá estava, pensou-se em ir um pouco mais longe, pelo menos no que respeitava à documentação. Assim, decidiu-se instalar um conjunto de documentos relativos ao Internet, standards, actas de reuniões de grupos de trabalho e documentação de várias organizações presentes neste meio. Após uma consulta a arquivos amplamente utilizados e de reconhecida capacidade de organização e actualização elaborou-se uma primeira aproximação aquela que seria a organização e conteúdo do arquivo de documentação:

<i>earn</i>	Documentos da EARN
<i>ebone</i>	Documentos do EBONE
<i>ien</i>	Internet Engineering Notes
<i>iesg</i>	Actas das reuniões da IETF Steering Group
<i>ietf</i>	Actas das reuniões da IETF
<i>internet-drafts</i>	Drafts de standards dos grupos de trabalho da IETF
<i>internet-society</i>	Documentos sobre a Internet Society
<i>netinfo</i>	Informação geral sobre o Internet
<i>nsf</i>	Documentos da NSF
<i>rare</i>	Documentos do RARE
<i>rccn</i>	Documentos da RCCN
<i>rfc</i>	Requests For Comments (incluindo os FYIs)
<i>ripe</i>	Documentos do RIPE

Os arquivos consultados foram os montados nas máquinas *ftp.nisc.sri.com*, *ftp.uu.net*, *info.ripe.net*, *mcsun.eu.net* e *src.doc.ic.ac.uk*. Será, em princípio, deste conjunto que se escolherão quais os utilizados para montar o arquivo inicial na *ns.dns.pt* e depois como referências para actualização constante daquele.

Em relação ao software não se analisou o assunto tão a fundo. Consultei igualmente alguns arquivos que continham basicamente o que a *ns.dns.pt* já disponibiliza. No entanto, por meio de informação obtida por outras vias (*mail*, *news*, artigos) tomei conhecimento de uma série de programas interessantes e que normalmente não estão presentes nos arquivos mais famosos, pelo que há que elaborar uma lista desses programas e da sua localização e muito provavelmente manter contactos com as pessoas responsáveis por eles para podermos ter, em qualquer momento, as versões actualizadas.

Entretanto a *ns.dns.pt* tornou-se a referência em relação ao *package* DDT (apresentado mais adiante), com a disponibilização da versão 2.0 no seu arquivo. Como já foi atrás referido, a divulgação deste software originou um número elevado de acessos por FTP à máquina, situação inédita até então.

Dadas as características da actual *ns.dns.pt*, em especial a sua capacidade em disco, era impensável iniciar-se a montagem do arquivo nesta máquina, pelo que se aguarda a instalação da máquina nova para o fazer. Espera-se nessa altura ter a configuração definitiva da estrutura do arquivo e todos os restantes dados necessários.

3.6. Base de dados RIPE

O RIPE - Réseaux IP Européens é o organismo coordenador das actividades de *networking* TCP/IP na Europa. Uma das actividades do RIPE é manter uma base de dados de redes IP, domínios e respectivos contactos, tanto a nível administrativo como técnico. A informação nela contida é do domínio público e destina-se a coordenar a gestão de *networking* IP a nível europeu e mundial [KAR92]. Em apêndice apresentam-se alguns exemplos de entradas naquela base de dados.

Pretendia-se, no âmbito do Projecto, manter uma cópia da base de dados na *ns.dns.pt* e elaborar formas de providenciar o acesso à mesma. Por outro lado, uma das tarefas a realizar de cada vez que se procede ao registo de um novo domínio é o envio ao RIPE da informação relevante relativa àquele, para registo na base de dados. Nesse sentido planeou-se desenvolver mecanismos que permitissem actualizar imediatamente esta cópia quando se registasse um novo domínio e que essa actualização se repercutisse no RIPE, automatizando assim o processo de registo de domínios.

Ambas estas tarefas exigiam um estudo aprofundado da estrutura daquela base de dados, de forma a poder identificar as suas características e requisitos e idealizar uma primeira aproximação ao problema proposto. Esse estudo foi feito, cheguei inclusivamente a analisar a forma como foi implementado um esquema semelhante no PUUG para a sua base de dados de aderentes à rede EUnet Portugal [OLI92b]. No entanto, após alguma discussão com o coordenador do estágio, concluímos que seria necessário mais tempo para chegar a uma conclusão definitiva quanto à implementação do sistema. Esse tempo punha em causa a realização de outras tarefas, tidas como importantes, previstas no plano de trabalhos, pelo que foi decidido adiar o trabalho neste campo. Espera-se que brevemente se possa retomar esta actividade contando, entretanto, com uma nova versão do software de gestão da base de dados, desenvolvido no RIPE, para orientação do trabalho a realizar.

3.7. Melhoramentos no DDT - Domain Debug Tools

Na administração do DNS é muito frequente a introdução de erros, devidos não só à inexperiência de alguns administradores mas também a esquecimentos e falta de cuidado. Alguns destes erros persistem nas bases de dados DNS por serem difíceis de detectar, pelo

menos por pessoas. Há portanto a necessidade de se desenvolverem ferramentas que façam a análise da informação contida nas diferentes bases de dados, para detectar incoerências numa ou mais zonas.

O pacote DDT - Domain Debug Tools é (na sua primeira versão) um conjunto de ferramentas, escritas em *awk* (versão GNU) destinado a efectuar a análise acima referida, bem como à obtenção de uma vasta gama de estatísticas sobre o DNS (nomes mais populares, máquinas por domínio, etc.) [OLI92a]. A sua primeira versão foi desenvolvida em 1992, por Jorge Frazão de Oliveira, na altura estagiário do DI-FCUL [OLI92b]. No Apêndice D faz-se uma apresentação mais detalhada do que é o DDT.

Uma das tarefas previstas para o meu estágio era o estudo deste *package* de forma a identificar aspectos passíveis de serem melhorados e implementar esses melhoramentos se fosse caso disso. Em resultado desse estudo surgiu a segunda versão do DDT hoje em uso, pelo menos, na RCCN.

3.7.1. Estudo do DDT

A primeira fase do trabalho consistia num estudo aprofundado do software, de forma a detectar erros e propôr melhorias.

Durante uma primeira fase o meu estudo centrou-se no pacote em si, no sentido de me familiarizar com o seu funcionamento. Depois disto passei a debruçar-me sobre outros trabalhos similares, desenvolvidos por especialistas em DNS estrangeiros. Assim, analisei os seguintes programas:

- *doc* (domain obscenity control), versão 2.0, desenvolvido por Steve Hotz e Paul Mockapetris, do Information Sciences Institute da Universidade da Califórnia do Sul, em 1990. Este programa efectua uma série de testes sobre a configuração de um domínio por meio de *queries* aos seus servidores e aos do seu "pai". Tem o defeito de o seu *output* ser um tanto crítico e de só suportar a análise de um domínio de cada vez, não detectando inconsistências cruzadas, i.e., que abranjam um subconjunto da árvore DNS.
- *dnswalk*, versão 1.5, escrito por David Barr, da Universidade do Estado da Pennsylvania, em 1993. É um programa muito simples, o conjunto de testes que efectua é muito limitado, embora possa ser usado para analisar, recursivamente, toda uma sub-árvore do DNS.

Na distribuição oficial da versão 4.9 do BIND vem um directório com contribuições de várias pessoas para a análise do DNS, incluindo informação sobre o DDT 1.0. Neste directório encontram-se sobretudo programas que tratam de problemas muito específicos, não me parecendo que algum deles mereça especial atenção, pelo menos dentro do contexto do estudo que realizei.

A principal vantagem de todos estes programas é a facilidade de utilização: enquanto o DDT é um conjunto de ferramentas, usadas em separado, pressupondo que os dados necessários foram previamente transferidos e armazenados localmente, qualquer um dos programas acima descritos é baseado numa simples linha de comando, com os parâmetros necessários. No entanto, como foi referido, o conjunto de problemas por eles cobertos é muito limitado. Assim, uma primeira conclusão foi tirada: o DDT é um conjunto de ferramentas a utilizar por quem tem de lidar com uma grande quantidade de informação e quer fazer uma análise exaustiva desta. Claramente é o mais indicado (de entre as ferramentas de que consegui ter conhecimento) para a utilização por administradores de domínios de grandes dimensões e de domínios de nível superior como *.PT*. As outras ferramentas estudadas destinam-se a utilizadores normais, que queiram diagnosticar problemas específicos e pontuais.

Com base nestas conclusões havia que justificar a adequação do DDT aos fins apontados, investindo na completude e correcção dos testes. Devo dizer que o estudo de alguns dos programas acima descritos me forneceu pistas valiosas neste sentido. Por outro lado, o estudo cuidadoso de documentos específicos como [PAR86], relativo a políticas de distribuição de correio electrónico no Internet e [MOC87b], sobre pormenores relativos a todo o tipo de *resource records*, assim como de bibliografia especializada ([ALB92] e [BEE92]), no sentido de aprofundar o estudo feito anteriormente (ver 3.3), discussões com o Prof. Legatheaux Martins e Jorge Frazão de Oliveira, tudo isto resultou numa lista de pormenores a melhorar e/ou acrescentar ao DDT.

3.7.2. Implementação da versão 2.0 do DDT

As alterações a introduzir no código de alguns comandos fãam desde a simples adição de algumas linhas até à re-escrita integral de alguns programas. Devido a este último factor surgiu a ideia de, já que se teriam de escrever novamente os programas, discutir a escolha da linguagem em que tal seria feito. A primeira hipótese era, obviamente, manter o GNU *awk*, o que daria menos trabalho, uma vez que eu já tinha uma experiência razoável com esta linguagem.

A outra hipótese colocada seria mudar para a linguagem *Perl*. Esta tem gradualmente vindo a ganhar adeptos em todo o mundo, como tal havia a curiosidade de saber quais as suas vantagens em relação ao *awk*, uma vez que são ambas linguagens viradas para o reconhecimento de padrões em ficheiros de texto (este pressuposto viria a revelar-se bastante simplista, no caso do *Perl*). Assim, fiz uma espécie de inquérito no *newsgroup comp.lang.perl*, perguntando pelas diferenças, vantagens e desvantagens entre uma e outra; como não existe nenhum grupo para discussão do *awk*, não pude fazer o mesmo em relação aos utilizadores desta linguagem, o que talvez tenha viciado um pouco os resultados à partida. Certamente devido a isso a quase totalidade das repostas foi no sentido de considerar o *Perl* superior. Entre as vantagens apontadas

destaco a eficiência (a implementação do *Perl* foi especialmente otimizada em aspectos como o processamento de expressões regulares), a melhor gestão na utilização da memória e o facto de combinar as principais potencialidades das linguagens *awk*, *sed*, *shell* e *C*.

Este conjunto de factores, aliados à grande vontade que tinha em aprender a linguagem (enriquecendo inegavelmente os meus conhecimentos, devido à implantação cada vez maior do *Perl* como importante ferramenta de programação, não só em UNIX), levaram-me a optar pela re-escrita dos programas nesta linguagem. Isto incluía todos os comandos, uma vez que não faria grande sentido ter um conjunto de programas numa linguagem e outros noutra. Assim, após um período de aprendizagem, feita de experiências com programas já existentes, escrita de outros e consulta de manuais e bibliografia especializada [WAL92], passei à fase de implementação da versão 2.0 do DDT.

As diferenças entre esta e a primeira versão do DDT, em termos de testes efectuados são:

- a existência de apenas um servidor para um domínio: para efeitos de fiabilidade, em caso de falha de um servidor, um domínio deve ter mais do que um servidor, no mínimo um primário e um secundário;
- *aliases* a apontar para *aliases*: embora não seja um erro, é de evitar por poder provocar problemas com ciclos e má utilização de nomes;
- *aliases* usados em vez de nomes canónicos: os *aliases* só devem ser utilizados em CNAME RRs, caso contrário podem causar problemas a certas aplicações;
- vários hosts com o mesmo endereço IP: isto pode causar certos problemas, desde a confusão criada em utilizadores não avisados até problemas de segurança em determinadas aplicações;
- a falta de indicação de *glue-records* necessários: nos casos em que falte este tipo de informação (quando absolutamente necessária) na definição de uma zona, problemas como a inacessibilidade da mesma são susceptíveis de surgir;
- MX RRs a apontar para *aliases*: certas implementações do protocolo para distribuição do *mail* não conseguem lidar adequadamente com esta situação, podendo criar ciclos, originando o não-envio das mensagens.

Além da adição destes testes, foram corrigidos alguns *bugs* da versão anterior. A preocupação com a eficiência e a utilização da memória esteve sempre presente, apesar de neste último aspecto os progressos não parecem ter sido muitos.

Investiu-se ainda na documentação do DDT, com uma revisão completa dos manuais *on-line* dos

diversos comandos e escrita de uma pequena nota (README) a acompanhar a distribuição. Desenvolveu-se igualmente um conjunto de programas destinados a automatizar a instalação do *package*.

3.7.3. Divulgação do DDT 2.0

Uma vez considerada estável, o que aconteceu depois de uma fase de testes intensivos, passou-se à divulgação da versão 2.0 do DDT. A primeira versão não gozou de ampla divulgação, pelo menos antes da distribuição oficial do BIND 4.9 ficar disponível. Nessa altura, como já foi atrás referido, um pequeno texto sobre o pacote foi incluído no directório de contribuições, resultado de uma mensagem enviada ao distribuidor oficial do BIND (Paul Vixie da Digital). Antes disso já o RIPE tinha incluído o *package* no seu arquivo, mas nunca houve razões para crer que houvesse um conhecimento generalizado da sua existência no Internet. Assim, havia que não cometer o mesmo erro em relação à nova versão, pelo que a questão foi analisada tendo a divulgação sido feita por mim através das seguintes vias:

- uma mensagem enviada à lista *dns-wg@dns.pt* - lista de *mail* constituída pelos administradores dos domínios de instituições ligadas à RCCN;
- uma mensagem enviada para a lista *bind@ucbarpa.berkeley.edu* - lista de *mail* constituída por especialistas em DNS, em particular da implementação BIND, do mundo inteiro. É nesta lista que se fazem os anúncios oficiais de novas releases de software relacionado com DNS;
- um artigo no *newsgroup comp.protocols.tcp-ip.domains* - grupo para discussão de assuntos relacionados com DNS, o equivalente nas *news* à lista *bind@ucbarpa.berkeley.edu*.

Nestes anúncios incluía-se uma pequena descrição do DDT e indicava-se a *ns.dns.pt* como a máquina de referência para transferir o *package* por FTP.

Conseguiu-se desta forma abranger uma audiência de mais de uma centena de pessoas (a avaliar pela quantidade de nomes que participam nas listas e grupo acima referidos), todas elas ligadas ao DNS, espalhadas pelo mundo inteiro. Como consequência disso, surgiu uma quantidade enorme (cerca de uma centena), se comparada com o normal, de acessos por FTP à *ns.dns.pt*, para transferir o pacote. Estes acessos tiveram origem em vários pontos do globo, pelo que se presume que o DDT 2.0 está a ser usado um pouco por toda a parte (isto não passa de uma suposição, uma vez que o *feed-back* tem sido muito pouco).

3.7.4. Utilização do DDT para análise de .PT

Desde o seu anúncio o DDT tem vindo a ser usado para analisar as configurações de todos os domínios portugueses, i.e., que constituem a sub-árvore do DNS com raiz em .PT. O resultado desta análise é usado na geração de um relatório enviado quinzenalmente para a lista *dns-wg@dns.pt*.

Neste relatório dá-se conta dos problemas existentes no DNS português, tendo-se encontrado alguns erros graves, que explicam o aparecimento de certos comportamentos há muito detectados. Eis alguns exemplos do tipo de problemas mais frequentemente encontrados:

- em certas zonas não é incluída informação correcta sobre as suas sub-zonas, originando perguntas desnecessárias a servidores inadequados (particularmente a *ns.dns.pt*);
- muitos administradores indicam como *name servers* dos seus domínios máquinas que não o são, causando perguntas a estas sobre dados que eles não conhecem;
- *timers* muito baixos, causando um aumento desnecessário de tráfego em transferências de zonas e permanência muito curta dos dados em *cache*, ou muito altos, originando a propagação muito lenta de alterações;
- a crónica falta de *reverse-mappings*, tornando pouco informativa muita da informação obtida através do DNS.

A intenção do envio deste relatório era a de alertar os administradores dos domínios para os erros que tinham cometido, levando-os a corrigi-los. Ao fim de cerca de dois meses de relatórios do DDT essa não tem sido a atitude dominante: muitos dos erros persistem e não há sinais de que a situação mude. Devido a isto têm sido discutidas alternativas ao envio do relatório, desde a alteração do formato do mesmo até ao aconselhamento directo das pessoas responsáveis para a resolução das anomalias.

3.8. Serviço de sincronização

No início do estágio planeava-se a instalação de um *time service*, para providenciar este tipo de facilidade à comunidade científica nacional (os benefícios de um tal serviço, assim como uma descrição das suas características são apresentados num Anexo a este relatório).

Nesse sentido foi iniciado um estudo do protocolo em uso no Internet, o Network Time Protocol (NTP). Este estudo teve duas vertentes, uma virada para a consulta da bibliografia relacionada com o tema e a outra para experiências com a implementação do protocolo.

3.8.1. Estudo do Network Time Protocol

O NTP é o protocolo usado no Internet para providenciar um serviço de sincronização distribuída, que funciona, basicamente, assente nos seguintes princípios: existe um conjunto de servidores primários, ligados directamente a relógios de alta precisão, que providenciam informação a clientes que requisitem o serviço para que possam sincronizar os seus relógios com aquelas fontes. Na posse desta informação os clientes podem transformar-se em servidores, fornecendo o serviço a outros que a eles se liguem. Desta forma estabelece-se uma configuração hierarquizada a que vulgarmente se dá o nome de rede de sincronização. De notar que quanto mais se desce na hierarquia menos precisa é a informação obtida, já que alguma da precisão se perde em cada passo.

O processo de troca de informação para sincronização consiste, em traços gerais, na troca de mensagens, com um formato bem definido, entre servidores, contendo *timestamps*. Estes são utilizados para calcular a diferença horária entre relógios, de forma a que cada máquina saiba como deve ajustar o seu relógio para se sincronizar com a sua fonte de informação. O processo é gradual e dinâmico, i.e., uma máquina não conta com apenas um servidor, podendo variar de fonte de sincronização de cada vez que lhe parecer que existe na rede uma outra mais fiável.

O protocolo tem sido desenvolvido ao longo da última década, tendo já conhecido três versões. O meu estudo centrou-se essencialmente na especificação desta última [MIL92], uma vez que substituí completamente as anteriores, introduzindo alguns refinamentos a nível dos algoritmos utilizados.

Paralelamente estudei a teoria que está por detrás dos princípios seguidos pelo NTP, em termos de informação temporal [MIL90], bem como outro tipo de informação de carácter geral acerca da implantação do protocolo no Internet [MIL89].

Os resultados deste estudo são apresentados num documento anexo a este relatório. No entanto, o seu conteúdo reflecte apenas uma parte dos assuntos estudados, já que a bibliografia consultada introduz um certo número de conceitos a que sou estranho, particularmente os relacionados com electrotecnia. Assim, preferi apresentar um trabalho que desse ao leitor uma ideia bastante razoável do protocolo e dos princípios em que assenta, sem nunca entrar em pormenores que não domino. Em resumo, a minha intenção foi que o leitor ficasse a conhecer o Network Time Protocol, mas não muito mais que isso.

Na realização deste estudo, por diversas vezes recorri ao auxílio de especialistas sobre o assunto, através de correio electrónico e das *Usenet news* (no grupo *comp.protocols.time.ntp*). Em particular, o auxílio do autor da especificação do protocolo, David Mills, da Universidade do Delaware, foi importante para compreensão de certos detalhes e escolha da bibliografia a

consultar.

3.8.2. Implementação do Network Time Protocol

Desde o aparecimento do NTP várias implementações do mesmo têm surgido, acompanhando a evolução do protocolo. O *package* actualmente em utilização chama-se *Xntp3.0*, implementando a versão 3 do NTP. Esta versão foi desenvolvida na Universidade de Toronto, por Dennis Ferguson e baseia-se em *packages* anteriores, dos quais se destacam as implementações desenvolvidas por Louis Mamakos e Michael Petry, da Universidade do Maryland. Presentemente encontra-se em desenvolvimento uma nova versão do *Xntp* (*Xntp-alpha*), com a participação activa de David Mills.

Para tomar contacto com os programas instalei o *Xntp3.0* na minha *workstation*. Fiz várias experiências contactando servidores europeus, especialmente o do NLUUG (o equivalente ao PUUG na Holanda), para tomar contacto com a operação dos programas. No entanto nunca cheguei a estabelecer ligações "a sério", i.e., no intuito de sincronizar o relógio local. Esse processo requer um planeamento prévio, passando pelo contacto com os administradores de cada servidor para os informar que iria utilizar os seus serviços. Em geral este nunca é negado, mas é considerada boa prática estabelecer este tipo de contactos, tanto por razões de educação, como para efeitos de manutenção de uma lista de pessoas a contactar em caso de problemas. Como, devido ao tempo que me restava, nunca se procedeu a esse planeamento, optei por nunca utilizar os serviços de outras máquinas.

Não fiz a instalação do software na *ns.dns.pt* uma vez que o espaço em disco e disponibilidade de recursos da mesma não são os mais indicados para montar este tipo de serviço. Além disso, como se espera poder montar em breve a nova máquina, não se justificava o esforço de instalação numa máquina que em breve irá deixar as suas funções. Assim, o serviço será instalado no novo servidor, estado em aberto a possibilidade de montar a infra-estrutura para efectuar uma ligação a um relógio de alta precisão (atómico), providenciando um serviço de sincronização de alta fiabilidade na RCCN.

4. Trabalho a desenvolver

Do plano de trabalhos inicialmente elaborado algumas tarefas não foram completamente terminadas (base de dados, NTP), outras sofrerão evoluções naturais (DDT), enquanto outras ainda não chegaram a ser iniciadas (serviços de informação). Nesta secção dou conta das perspectivas de continuar a trabalhar no Projecto, dando uma ideia do que há a fazer em cada uma das tarefas acima enunciadas.

4.1. Continuação do trabalho

O contrato assinado entre a FCCN e a FCT-UNL que deu origem ao Projecto tem a duração de dois anos, pelo que durante esse período alguém tem de continuar a assegurar o serviço, além do coordenador do Projecto. A hipótese de eu continuar ligado ao mesmo é efectiva, o que me deixa bastante satisfeito; a realizar-se deverá ser em moldes diferentes do que foi durante o estágio, dado que, por um lado, a minha disponibilidade dependerá da actividade que irei exercer a seguir e, por outro lado, o fundamental está assegurado, o que falta são aspectos que podem ser implementados à medida das possibilidades, excepção feita, obviamente, à instalação da nova máquina.

4.2. Tarefas a concluir

Houve várias tarefas que ficaram a meio, em que se desenvolveu algum tipo de trabalho mas que não houve oportunidade de as concluir. Está neste caso a base de dados RIPE, que necessita de uma análise mais aprofundada para que se possa propor uma aproximação adequada à sua manutenção e possibilidades de consulta. Como já foi referido, a dada altura decidiu-se adiar esta análise para quando se tivesse acesso a mais informação. Nomeadamente, a nova versão do software utilizado pelo RIPE para manutenção daquela base de dados terá de ser estudada, para uma possível adaptação ao nosso caso.

A montagem do serviço de sincronização é outra tarefa a concluir, uma vez que a grande maioria do trabalho realizado até agora foi de índole teórica, e o único resultado visível foi a elaboração do documento apresentado em Anexo. Há uma série de contactos a desenvolver com pessoas que já têm experiência na montagem e operação deste serviço e há que clarificar ideias quanto à sua forma final, nomeadamente quanto à montagem de um servidor primário, sincronizado directamente com um relógio de alta precisão.

Por último há a referir a instalação da nova máquina, claramente a tarefa mais importante que ficou por realizar, uma vez que a sua necessidade se faz sentir cada vez mais fortemente. As

razões de tal atraso já foram apontadas, esperando-se que os problemas surgidos sejam resolvidos a curto prazo para que a referida instalação possa ser possível. Esta implicará não só a configuração da máquina propriamente dita, mas também o transporte de tudo o que já se encontra instalado na actual *ns.dns.pt* e depois a montagem de todos os serviços previstos.

4.3. Evolução do trabalho já desenvolvido

Algum do trabalho já desenvolvido pode sofrer alterações, frutos da evolução natural que resulta da utilização e melhor compreensão de certos aspectos a ele ligados. Espera-se que oportunamente se possam canalisar meios para proceder a essas alterações e melhoramentos.

4.3.1. Evolução do DDT

Depois de se ter utilizado a nova versão do DDT (e ainda durante o seu desenvolvimento) foram encontrados pormenores onde se poderá desenvolver algum trabalho no sentido de continuar a melhorar este software, dando talvez origem à versão 2.1. Existe assim um conjunto de aspectos em que se poderá intervir futuramente, a saber:

- análise mais cuidada do nome *localhost*, para que não sejam assinalados erros inexistentes;
- encontrar uma alternativa à utilização do *dig*, de preferência através de um programa em *Perl*;
- melhoramento do comando *mx*, que só deverá considerar MX RRs referentes à zona analisada;
- o comando *rrc* devia analisar todo o tipo de RRs, incluindo os mais recentes ([EVE90]), e deveria ter em consideração as alterações aos PTR RRs, introduzidas por [MOC89];
- incluir um gerador de *reports* na distribuição oficial, se for possível generalizar o que presentemente se utiliza na *ns.dns.pt*;
- analisar o *named-xfer* do BIND 4.9, de forma a efectuar eventuais melhoramentos no *ddt-xfer*.

Esta lista pode ser aumentada em qualquer momento, à medida que se for utilizando o *package* e se receberem eventuais sugestões de utilizadores. Em altura oportuna o problema deverá ser analisado e o trabalho desenvolvido.

4.3.2. Políticas a implementar no DNS nacional

Existe a intenção de se proceder a uma reflexão sobre questões de configuração a nível nacional e à análise do tráfego DNS, por forma a poder-se implementar uma política que torne mais eficiente a disponibilização e gestão do DNS. Em particular, sente-se a necessidade de promover uma discussão sobre a política de *forwarding* (re-direcção de perguntas para outros servidores) utilizada a nível nacional com vista a atingir objectivos como a diminuição do tráfego DNS internacional por parte de *name servers* que não a *ns.dns.pt*, mas sem pôr em causa o serviço em caso de indisponibilidade desta última. Explicando melhor, pretende-se discutir a implementação de um esquema em que os *name servers* nacionais fariam perguntas sobre o estrangeiro primeiro à *ns.dns.pt* e só nos casos em que esta não esteja disponível é que tomariam a iniciativa de perguntar directamente a servidores estrangeiros. Esta política teria, à primeira vista (por isso necessita de ser discutida), duas vantagens: a diminuição do tráfego DNS internacional, uma vez que este se concentraria maioritariamente numa só máquina e, por outro lado, o enriquecimento da *cache* da *ns.dns.pt*, resultante das perguntas que seria obrigada a fazer a *servers* estrangeiros, aumentando a rapidez das respostas a servidores nacionais.

Ao longo do período em que decorreu o estágio foram detectadas várias anomalias em *name servers* nacionais, suspeitando-se da existência de software deste tipo com *bugs*. Para confirmar estas suspeitas e poder aconselhar os respectivos administradores pensa-se recorrer a trabalhos recentes nesta área ([DAN92] e [DAN93]) para detectar servidores mal configurados ou com *bugs* na sua implementação. Em conjunto com os *reports* diários da actividade do primário e da utilização do DDT espera-se poder implementar um ambiente de monitorização constante de forma a detectar e corrigir o maior número possível de anomalias.

4.4. Tarefas a iniciar

As tarefas incluídas neste grupo nunca chegaram a ser iniciadas, devido à falta de tempo. Esta deveu-se a duas razões: provavelmente o plano inicial era demasiado ambicioso e irrealista e outras tarefas duraram mais do que o previsto à partida. Nada disto foi considerado grave, o primeiro factor tinha sido previsto e o segundo foi necessário para que o resultado final fosse o desejado.

A instalação dos serviços de informação foi a única tarefa em que não se desenvolveu nenhum tipo de trabalho. A ideia era instalar servidores de cada um dos sistemas mais conhecidos e em uso no Internet: Gopher, WAIS, WWW. Para isso terá de se fazer um estudo pormenorizado do funcionamento e administração daqueles serviços, uma vez que não os conheço suficientemente. Conto com o auxílio, entre outros do grupo de trabalho sobre este tema, formado por algumas pessoas do FCCN-IP-WG, e de pessoas que já têm experiência com a operação de alguns servidores, em particular na FCT-UNL.

Pretende-se assim disponibilizar diversos meios de acesso à informação armazenada na *ns.dns.pt*, em especial o conteúdo da base de dados RIPE e do arquivo a montar.

5. Conclusões

Quando optei por este estágio, fi-lo por duas razões: em primeiro lugar o facto de me permitir trabalhar num ambiente distribuido, ligado ao Internet (sendo o único nestas condições), em segundo porque o plano proposto deixava adivinhar um trabalho de constante estudo e investigação, nas áreas que mais me agradaram ao longo dos primeiros quatro anos da Licenciatura: os sistemas distribuidos e a programação. Dos assuntos propostos eu sabia o suficiente para saber que ia gostar de trabalhar neles e, por outro lado, desconhecia o suficiente para saber que iria ter de os estudar a fundo. Assim sendo, o trabalho de estágio foi de permanente estudo e descoberta pelo que posso afirmar, sem hesitação, que me satisfiz.

5.1. Importância do trabalho desenvolvido

O DNS é uma componente fundamental de qualquer infra-estrutura TCP/IP, como aquela que a RCCN pretende implantar nos meios universitários e de investigação portugueses. O acesso remoto a máquinas, serviços e *archives* e a entrega de correio electrónico são algumas das actividades mais importantes cuja disponibilidade e correcto funcionamento passam em grande parte pelo DNS. Assim, a adequada administração deste serviço reveste-se da maior importância.

Creio que o trabalho desenvolvido neste campo durante o estágio contribuiu para melhorar a gestão do DNS nacional, uma vez que a formação e experiência que adquiri (e não só eu) neste campo permitiu dispôr de alguém com os conhecimentos, motivação e disponibilidade necessários para auxiliar as pessoas que, espalhadas pelas instituições ligadas à RCCN, vão tentando administrar os servidores nacionais. Como é óbvio, ainda tenho muito que aprender nesta área, no entanto o que aprendi durante o estágio deu-me os conhecimentos suficientes para poder desempenhar aquelas tarefas duma forma, pelo menos, razoável.

Por outro lado, desenvolveu-se e disponibilizou-se um conjunto de ferramentas que permitiram ter uma noção mais aproximada do que é a realidade na RCCN, a nível de DNS. Tanto o *report* diário como, especialmente, o DDT ajudaram a detectar vários problemas que doutra forma teriam passado despercebidos. Este último foi, além da sua utilidade, uma importante fonte de conhecimentos, devido ao estudo a que me obrigou, tanto a nível do DNS em si, como de aspectos mais específicos como sejam a noção de que tipos de erros são cometidos pelos administradores, sem esquecer ainda o facto de ter sido graças a este projecto que aprendi a programar numa linguagem, *Perl*, cada vez mais importante no mundo UNIX.

5.2. Incumprimento do plano de trabalhos inicial

Como já foi referido em várias passagens deste relatório, houveram tarefas previstas à partida que não foram terminadas e outras nem chegaram a começar. Por um lado a planificação inicial pode não ter sido a melhor, uma vez que não foram tidos em conta factores externos ao trabalho, como a mudança para a FCT-UNL, cujo volume de trabalho que implicou foi subestimado, e o atraso na entrega da máquina (e subsequentes problemas na sua instalação). Este último factor obrigou-me a interromper determinadas actividades que vinha a desenvolver, por falta de uma plataforma de implementação adequada (neste caso, a máquina nova, com os recursos que disponibilizaria). Por vezes o meu trabalho desviou-se para áreas mais teóricas (também de interesse, mas não imediato), por falta de meios para o pôr em prática. O NTP é um bom exemplo disto: o tempo que deveria ter sido ocupado a instalar o serviço foi dispendido num estudo aprofundado do problema da sincronização distribuída, do qual resultou o texto que apresento am Anexo à cerca do assunto. Não tendo sido, de forma nenhuma, tempo desperdiçado, o volume de trabalho final apresentado pode parecer diminuto, pelo menos em relação ao que se esperava no início.

Por outro lado, tarefas houve que demoraram mais do que o previsto. O desenvolvimento do DDT 2.0 é o melhor exemplo deste facto. Quando à partida se planeou estudar o que já tinha sido feito para o tentar melhorar, não se podia prever o trabalho que daí resultaria. Como foi referido em 3.7, houve necessidade de re-escrever grande parte do código e o facto de ter feito isto numa linguagem nova para mim ainda representou mais trabalho. No entanto, penso que os resultados foram satisfatórios, tendo compensado o tempo que se gastou a mais.

Uma planificação realista de um trabalho a médio prazo como era o caso do meu estágio é algo que requer a experiência adequada para se poder fazer uma previsão da duração das tarefas, contando ainda com factores estranhos àquelas. Talvez porque essa experiência era pouca no nosso caso, o resultado foi o incumprimento do plano inicial dos trabalhos, apesar de a atenção ao andamento das tarefas ter sido constante. Este atraso não é grave, ainda há muito tempo, dentro do período de vida do Projecto, para fazer o que falta; além disso ganhou-se mais alguma experiência para no futuro se poderem planear de forma mais realista actividades como esta.

5.3. Considerações finais

Não estava prevista à partida a minha inclusão numa equipa destinada a desenvolver o trabalho proposto, pelo menos não formalmente. No entanto, tive sempre o apoio do coordenador do Projecto, assim como de outras pessoas, em especial de Jorge Frazão de Oliveira, tanto em termos da sua experiência com o DNS, como do apoio prestado aquando do trabalho com o DDT.

A necessidade de ter sempre em atenção o andamento dos trabalhos, confrontando-o com o plano inicial, aliada ao meu envolvimento num serviço da maior importância para o funcionamento da infra-estrutura TCP/IP da RCCN, conferiram-me uma responsabilidade acrescida, à qual espero ter correspondido da melhor maneira. Este aspecto foi importante na medida em que implicou a aplicação dos conhecimentos e métodos de trabalho adquiridos ao longo dos primeiros quatro anos de Licenciatura a uma situação real.

Pelo facto de, como referi acima, ter trabalhado sozinho não posso dizer que tenha desenvolvido as minhas capacidades de trabalho em equipa. No entanto, re-descobri a importância desta forma de trabalhar, sobretudo num projecto que envolve a gestão de uma quantidade razoável de informação crucial para o funcionamento de certos sistemas da maior importância para as organizações. A gestão do DNS nacional é, sem sombra de dúvida, uma tarefa com estas características, pelo menos para as instituições ligadas à RCCN. Se neste momento vários problemas subsistem é porque em grande parte deles as pessoas supostamente envolvidas não aderiram ao esforço, que devia ser colectivo, para os ultrapassar. Duma forma geral, a resposta da comunidade de administradores de DNS daquelas instituições foi claramente insuficiente. Em diversas passagens deste relatório me referi a isso, uma vez que, confesso, este foi o aspecto mais frustrante do meu trabalho (provavelmente o único). Ao longo deste período providenciaram-se as ferramentas e a informação necessária, puseram-se à disposição meios técnicos e humanos para que todo o sistema funcionasse melhor. É obvio que muito há ainda a fazer no que respeita ao desenvolvimento e disponibilização daqueles meios, mas um dos trabalhos que se afigura de maiores dificuldades é o de sensibilizar, motivar e coordenar as pessoas que devem estar envolvidas no sistema.

De qualquer forma, e apesar de tudo, o saldo foi francamente positivo, mais que não seja por tudo o que aprendi e pelas pessoas com quem tive oportunidade de contactar, pessoalmente ou não.

Bibliografia

- [ALB92] *Albitz, P. e C. Liu*, DNS and BIND. O'Reilly & Associates Inc., Out. 1992
- [BEE92] *Beecher, B.*, Dealing with Lame Delegations, 1992 LISA VI, Out. 1992
- [BLA92] *Black, U.*, TCP/IP and Related Protocols, McGraw-Hill, 1992
- [COM91] *Comer, D. E.*, Internetworking with TCP/IP, Vol. I; Principles, Protocols and Architecture, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1991
- [DAN92] *Danzig, P., K. Obrazka e A. Kumar*, An Analysis of Wide-Area Name Server Traffic - A Study of the Internet Domain Name System, Univ. Southern California Tech. Report 92-504, 1992
- [DAN93] *Danzig, P. e S. Miller*, The Checker Project - Installation Guide and Operator's Manual, Univ. Southern California, 1993
- [DUN92] *Dunlap, K., M. Karels e P. Vixie*, Name Server Operations Guide for BIND - Release 4.9, 1992
- [EVE90] *Everhart, C., L. Mamakos, R. Ullmann e P. Mockapetris*, New DNS RR Definitions, RFC 1183, Transarc, University of Maryland, Prime Computer e Information Sciences Institute, Out. 1990
- [HUN92] *Hunt, C.*, TCP/IP Network Administration, O'Reilly & Associates Inc., Ago. 1992
- [KAR92] *Karrenberg, D. F.*, RIPE Database Template for Domains, Ref. ripe-49, RIPE, Abr. 1992
- [LOT87] *Lottor, M.*, Domain Administrators Operations Guide, RFC 1033, SRI International, Nov. 1987
- [MAR92] *Martins, J. L.*, Relatório de Execução do Projecto "Serviço IP da RCCN" durante o ano de 1991, Relatório DI-FCUL-1992-03, Dept. Informática da FCUL, Jan. 1992, Rev. Mar. 1992
- [MIL89] *Mills, D. L.*, Internet Time Synchronization: The Network Time Protocol, IEEE Transactions on Communications 39, 10, Out. 1989

- [MIL90] *Mills, D. L.*, On the Accuracy and Stability of Clocks Synchronized by the Network Time Protocol in the Internet System, ACM Computer Communications Review 20, 1, Jan. 1990
- [MIL92] *Mills, D. L.*, Network Time Protocol (Version 3) - Specification, Implementation and Analysis, RFC 1305, Univ. Delaware, Mar. 1992
- [MOC87a] *Mockapetris, P.*, Domain Names - Concepts and Facilities, RFC 1034, Information Sciences Institute, Nov. 1987
- [MOC87b] *Mockapetris, P.*, Domain Names - Implementation and Specification, RFC 1035, Information Sciences Institute, Nov. 1987
- [MOC89] *Mockapetris, P.*, DNS Encoding of Network Names and Other Types, RFC 1101, Information Sciences Institute, Abr. 1989
- [OLI92a] *Oliveira, J. F. e J. L. Martins*, DDT - Domain Debug Tools, A Package to Debug the DNS Tree, Relatório DI-FCUL-1992-04, Dept. Informática da FCUL, Jan. 1992
- [OLI92b] *Oliveira, J. F.*, Construção de Ferramentas de Monitoragem e Detecção de Anomalias na Rede PTEUnet, Relatório de estágio, Dept. Informática da FCUL, Jul. 1992
- [PAR86] *Partridge, C.*, Mail Routing and the Domain System, RFC 974, CSNET CIC BBN Laboratories Inc, Jan. 1986
- [STA87] *Stahl, M.*, Domain Administrators Guide, RFC 1032, SRI International, Nov. 1987
- [WAL92] *Wall, L. e R. L. Schwartz*, Programming Perl, O'Reilly & Associates Inc., Mar. 1992