

A batalha dos protocolos de redes de computadores localizada (no Brasil) no final do Século XX

Marcelo Sávio R. M. de Carvalho¹
Henrique Luiz Cukierman²
Ivan da Costa Marques³

1. Introdução

Padrões técnicos podem surgir a partir de uma variedade de fontes. Às vezes, a primeira versão de uma tecnologia bem sucedida no mercado define um padrão; outros podem ser negociados via regulamentação ou especificação de normas técnicas; e há ainda os padrões criados e disseminados pelos fornecedores de determinada tecnologia. Os debates sobre padronização aparentemente podem parecer puramente técnicos, porém uma análise mais minuciosa sempre revela a mistura de questões econômicas, políticas e culturais que motivam os argumentos. Em relação à área de redes de computadores, a padronização é um assunto particularmente complexo. Por unir os campos das telecomunicações e da computação, as redes ficam sujeitas aos padrões criados em ambos os lados e, até mesmo dentro de cada lado, existem dezenas de organizações criadoras de padrões, locais ou internacionais, que se sobrepõem umas às outras na abrangência de suas especificações.

O objetivo principal deste trabalho é descrever uma parte da história da Informática no Brasil, relativa às redes de computadores e, mais especificamente, a que diz respeito à padronização dos protocolos de comunicação de dados, tratando o assunto através de uma abordagem sociotécnica da ciência e da tecnologia. Os referenciais que norteiam esse tipo de abordagem encontram-se nos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia, os quais ensinam como os valores sociais, políticos e culturais afetam a pesquisa científica e a inovação tecnológica e que a história da ciência e da tecnologia pode ser muito mais rica quando vista não como uma seqüência cronológica de invenções e descobertas, mas como uma história que reconhece as contingências, as bifurcações e os caminhos alternativos que poderiam ter sido percorridos. Segundo essa abordagem, deve-se acompanhar a construção de um artefato, tanto social como técnico, analisando-o não de forma dissociada, mas imbricado em uma rede sociotécnica cuja extensão e composição são sempre contingenciais, de maneira que não é possível mais identificar algo puramente social ou puramente técnico. Dessa maneira um artefato tecnológico, tal como um protocolo de rede, é o resultado de muito trabalho, no qual elementos heterogêneos – especificações, equipamentos roteadores, estudantes, sistemas operacionais, entidades de padronização, universidades, fabricantes, militares, eventos, artigos, operadoras, entre outros – os quais tenderiam a se distanciar, se fossem entregues à sua própria sorte, se justapõem numa rede que supera resistências num processo de “engenharia heterogênea”, no qual elementos

¹ Arquiteto de Software da IBM Brasil - msavio@br.ibm.com.

² Professor Adjunto do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação (PESC), Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - hcukier@cos.ufrj.br.

³ Professor Associado do Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - imarques@ufrj.br.

do social, do técnico, do conceitual e do textual se convertem para um produto como, por exemplo, um protocolo de rede que venha a se tornar um padrão.

Ao longo do texto não pretendemos apresentar, mas simplesmente apontar uma visão geral do cenário internacional do assunto na época, abrangendo o desenvolvimento dos seus principais discursos e suas tecnologias de suporte, os quais foram posteriormente vinculados às iniciativas de padronização de protocolos nas redes de computadores que aconteceram no Brasil. No que diz respeito à chamada visão internacional, nosso trabalho tem apenas objetivo de situar parcialmente o episódio brasileiro e não pretende ser exaustivo. Para esse fim devem-se procurar outros textos indicados nas referências bibliográficas, a saber: ABBATE, 2000; MAATHUIS, 2003; PADLIPSKY, 1985; RUSSEL, 2006 e TANENBAUM, 1996.

2. O xis da questão

Em meados da década de 70, após o sucesso das primeiras redes de comunicação de dados por comutação de pacotes (ARPANET nos Estados Unidos, Cyclades na França, etc.), surgiram os primeiros embates por definição de padrões, travados mais fortemente entre os fabricantes de equipamentos e as operadoras dos serviços públicos de telecomunicações, que mediam forças para tentar controlar esse novo e promissor mercado através de suas especificações técnicas.

Quando começaram a anunciar seus planos de construção das primeiras redes públicas de dados, algumas operadoras de telecomunicações não queriam basear seus futuros serviços em protocolos e tecnologias dos fabricantes de equipamentos⁴, de forma a não se tornarem eternamente dependentes destes. Ainda que pudessem ditar os padrões locais, pois em sua maioria eram empresas monopolistas (estatais ou privadas), em algum momento essas operadoras precisariam se interligar, de forma semelhante ao que ocorrera no sistema telefônico internacional. Por essa razão, o *Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique*⁵ (CCITT), entidade que representava os interesses das operadoras dos serviços públicos de telecomunicações, começou um trabalho de padronização para as redes de pacotes, que veio a ser publicado em 1976 sob o nome de Recomendação X.25. A pressão das operadoras de telecomunicações fez com o que o padrão fosse logo definido naquele ano, porque, caso contrário, isso ocorreria somente em 1980 (o CCITT reunia-se, com esse objetivo, somente a cada quatro anos).⁶

Com o novo padrão definido, as operadoras conseguiram, com sucesso, pressionar os fabricantes de equipamentos a proverem hardware e software que o suportassem (ABBATE, 2000, pp. 153-154). Ao longo dos dez anos seguintes, diversas redes públicas de pacotes foram implantadas segundo essa especificação, como foram os casos da Telenet (Estados Unidos, 1976), Datapac (Canadá, 1977), Transpac (França, 1978), Euronet (multinacional, 1979), PSS (Inglaterra, 1980), DATEX-P (Alemanha, 1980) e DDX (Japão, 1980). No Brasil, a Empresa Brasileira de Telecomunicações (Embratel) lançou, em Novembro de 1984, a Rede

⁴ Os grandes fabricantes de hardware possuíam protocolos e arquiteturas de redes incompatíveis entre si e específicos para seus equipamentos, como era o caso Burroughs (BNA), Digital (DNA), Honeywell (DSA), IBM (SNA) e Xerox (XNS).

⁵ O CCITT foi criado em 1956 como um comitê da *International Telecommunication Union* (ITU). Após 1993 o CCITT passou a se chamar *Telecommunication Standardization Sector* (ITU-T)

⁶ O conjunto de recomendações do CCITT era sempre publicado em um ciclo de quatro anos. As publicações eram identificadas pela cores de suas capas, a saber, 1960 (vermelho), 1964 (azul), 1968 (branco), 1972 (verde), 1976 (laranja), 1980 (amarelo), 1984 (vermelho), 1988 (azul) e 1992 (branco), que foi a última publicação quadrianual. A partir de 1992, essas recomendações passaram a ser publicadas separadamente e com periodicidade variada.

Nacional de Comunicação de Dados por Comutação de Pacotes (RENPAK), a qual no final da década de 80, passou a se comunicar com as redes X.25 de outros países através do nó internacional da rede INTERDATA.

Apesar de terem vencido a batalha contra os fornecedores de tecnologias de redes proprietárias, as operadoras começaram enfrentar oposição pelo uso crescente do TCP/IP, um outro protocolo para redes de pacotes, que vinha sendo desenvolvido ao longo da década de setenta, principalmente pela comunidade acadêmica da rede ARPANET, com o patrocínio dos militares norte-americanos.

Os protocolos X.25 e TCP/IP não são necessariamente mutuamente exclusivos, pois poderiam ser implementados em conjunto em uma única rede (o que veio a ocorrer de forma experimental). O problema é que, como nenhum dos dois havia sido projetado para trabalhar em conjunto, isso acarretava uma desnecessária duplicidade de funções. Na prática, portanto, representavam abordagens alternativas para a construção de redes de pacotes.

Ambos os protocolos servem para efetuar comutação de pacotes (unidade de transferência de informação) em uma rede de comunicação de dados. A forma de se fazer isso é que difere: o X.25 é um protocolo orientado à conexão que estabelece um circuito virtual fixo inicial por onde todos os pacotes seguirão e tem como vantagem a garantia de entrega dos pacotes de uma forma ordenada. O TCP/IP, por sua vez, não é orientado à conexão e usa o conceito de datagrama, no qual todos os pacotes (que têm endereços de origem e destino) são encaminhados independentemente, e reordenados na chegada, oferecendo flexibilidade e robustez (já que a rede pode reajustar-se em consequência da quebra de um enlace). Conforme será visto a seguir, essas duas abordagens, na verdade, refletem as diferentes posições a respeito das capacidades que uma rede pode oferecer e do controle que um operador tem sobre essas capacidades.



Figura 1. Tipos de comutação de rede

Fonte: TANENBAUM, 1996, p.131.

Para os especialistas em telecomunicações do CCITT, parecia fazer sentido que as redes públicas transmitissem dados de forma confiável e que toda complexidade dos circuitos virtuais seria tratada por uma sub-rede “inteligente” no meio, controlada pelas operadoras. De certa forma, viam as redes de dados como uma extensão do serviço de telefonia, em que a maioria dos usuários teria acesso aos computadores centrais através de terminais simples, assim como eram os aparelhos de telefone para as redes de voz. Nesse modelo, a interconexão se daria pela interligação entre as operadoras dos serviços públicos, que seriam poucas e de alcance nacional, preservando o modelo vigente.

Os projetistas de redes TCP/IP, por sua vez, assumiam, desde a sua concepção original, que a rede não era confiável e que o software dos computadores (*hosts*) de cada uma das pontas deveria sempre cuidar para que os pacotes fossem transmitidos (e retransmitidos quando necessário) sempre da melhor forma e

pela melhor (e mais barata) rota possível. O controle da rede, nesse modelo, estava na mão dos operadores dos computadores, ou seja, a inteligência estava nas pontas. A interconexão se daria pela interligação das inúmeras redes privadas que implementassem esse mesmo protocolo.

A dicotomia entre a visão que cada grupo tinha em relação à concepção e operação das redes de comunicação de dados acabou por gerar os pseudônimos “*netheads*” e “*bellheads*”, para designar, respectivamente, os especialistas em Internet e os que trabalhavam nas operadoras de telecomunicações (o nome faz referência aos Laboratórios Bell da AT&T).

O embate entre X.25 e TCP/IP continuou⁷ por alguns anos, mas acabou sendo “absorvido” por um novo desenvolvimento no cenário de padronização de redes.

3. Uma nova ordem mundial

Em 1978, um grupo de especialistas da *International Organization for Standardization* (ISO), organização internacional formada em 1947 por órgãos nacionais de normalização, criou um subcomitê (SC16) para estudar os problemas de interconexão de sistemas heterogêneos. Esse estudo, que começou com a iniciativa do *British Standards Institution* (BSI), resultou, no final daquele ano, na recomendação de um Modelo de Referência de Arquitetura de Sistemas Abertos (*Reference Model of Open Systems Architecture*), estratificado em camadas, que serviria de suporte ao desenvolvimento de protocolos-padrão. Em 1979, o Comitê Técnico 97⁸ da ISO (ao qual o SC16 estava subordinado) concluiu o trabalho e definiu o Modelo de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos (*Reference Model of Open Systems Interconnection, RM-OSI*), padronizado em sete camadas e disponibilizou-o em 1981⁹ como um *Draft International Standard* e publicou-o como um padrão oficial em 1984, através da norma ISO-7948¹⁰.

A iniciativa da ISO abordou, pela primeira vez, o conceito de “sistema aberto”¹¹ definido como "o sistema capaz de suportar os padrões de comunicação OSI, de modo a interfuncionar com outros sistemas abertos de diferentes fornecedores" (CARVALHO, 1994, p. 4). Além disso, um sistema aberto primava pela disponibilidade pública e gratuita das suas especificações, que eram genéricas o suficiente para não se amarrarem a nenhum fabricante e alteráveis somente mediante solicitação de alguma organização oficial de normalização. A metáfora do sistema aberto (com suas sete explícitas camadas), em contraposição ao sistema fechado (“caixa-preta”), teve grande impacto e se transformou praticamente em um axioma das redes de computadores. Diversos livros foram publicados com as definições desse modelo, que foi adotado

⁷ As redes X.25 ainda são usadas por operadoras em todo o mundo, ainda que o seu uso tenha diminuindo bastante, não só em função do TCP/IP, mas pela adoção de protocolos mais novos como *Frame Relay*, ISDN e ATM, por exemplo.

⁸ Esse comitê TC97, denominado *Computers and Information Processing*, existe desde 1960, quando a ISO, entre outras coisas, definiu padrões internacionais de códigos de caracteres para intercâmbio de informações entre computadores.

⁹ *Data Processing - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model*, ISO/TC97/SC16/DIS7498.

¹⁰ A norma ISO-7498, possuía quatro partes, a saber, Parte 1 (*Basic Reference Model*, segunda e última edição em 1994), Parte 2 (*Security Architecture*, última edição em 1989), Parte 3 (*Naming and addressing*, última edição em 1997) e Parte 4 (*Management framework*, última edição em 1989). A partir de 1987 as normas do modelo OSI já passaram a ser uma publicação conjunta, quando o comitê técnico TC97 da ISO se aliou aos comitês TC83 e TC47B do *International Electrotechnical Commission* (IEC), formando o *Joint Technical Committee 1* (JTC 1), que passou a ser o único responsável por todas as especificações de tecnologia da informação (não houve um JTC2). Para mais informações consulte <<http://www.iso.org/>>.

¹¹ A partir do OSI o conceito de sistema aberto (*open system*) se estendeu para além das redes de computadores, sendo também aplicado, pelo mercado, para designar as máquinas com sistemas operacionais UNIX, que supostamente representavam um contraponto aos mainframes considerados então como “sistemas fechados”.

como padrão didático em quase todos os cursos de redes de computadores. Diversos fabricantes de equipamentos revisaram suas arquiteturas de rede para que encaixassem e fossem apresentadas segundo o modelo em camadas do OSI.

A autoridade internacional da ISO fez com o que o modelo OSI fosse endossado por diversos países. Nos Estados Unidos, o governo apoiou eventos de disseminação do modelo e o próprio Departamento de Defesa (que era responsável pela ARPANET) anunciou, em 1987, que o OSI seria suportado futuramente em todas as suas redes. Na Europa, sua adoção foi maior, pois o OSI era percebido como uma forma de proteção contra os padrões dos grandes fabricantes norte-americanos, que dominavam o mercado de informática mundial (ABBATE, 2000, p. 172). Em 1986, foi criada a *Réseaux Associés pour la Recherche Européenne* (RARE)¹² entidade formada por diversas instituições acadêmicas européias para promover o desenvolvimento e uso dos protocolos OSI.

No Brasil, no final da década de setenta, ainda não havia nada que se referisse aos computadores e suas redes no sistema nacional de metrologia e normalização ou nos grupos de trabalho da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT),¹³ representante do Brasil na ISO. Foi nessa época que o então Diretor do Departamento de Suporte a Sistemas do SERPRO¹⁴, Mário Dias Ripper, decidiu levantar informações sobre a normalização técnica no Brasil e, principalmente, o que deveria ser feito para que o Brasil tivesse seus próprios padrões em informática (CARVALHO, 2003, p. 14). A tarefa coube a um dos seus subordinados, o engenheiro Lucas Tofolo de Macedo, que assim relatou a experiência:

Em 1979, formei uma equipe com mais um representante do SERPRO, dois da CAPRE¹⁵ e dois da DIGIBRÁS¹⁶ e, como resultado desse trabalho, foi criado, pela ABNT, o Comitê Brasileiro de Computadores e Processamento de Dados – Informática (CB-21). A coordenação foi entregue a mim nos três primeiros anos, até que consegui assinar um convênio com o SERPRO, o INMETRO e a SEI¹⁷ e

¹² A RARE, que teve origem na rede DFN alemã, passou a se relacionar com outras iniciativas européias em torno do OSI, como o *European Workshop for Systems* (EWOS), *Cooperation for Open Systems Interconnection in Europe* (COSINE) e o *Standards Promotion and Application Group* (SPAG). Em 1995 o RARE se juntou com o *European Academic Research Network* (EARN) e formaram a *Trans-European Research and Education Networking Association* (TERENA), associação de redes acadêmicas européias, com sede na Holanda. Para mais informações consulte: <<http://www.terena.nl/>>.

¹³ A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) foi criada em 1940 e credenciada como fórum nacional para normalização em 1983, pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO), cujas políticas eram executadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Essas entidades surgiram em 1973 através da implantação do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO), com a promulgação da Lei 5.966, de 11-12-1973 (SOUTO, 1991, p. 36).

¹⁴ O Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO) é uma empresa pública vinculada ao Ministério da Fazenda, criada em 1964, pela Lei 4.516, de 01-12-1964, para prestar serviços em tecnologia da informação para a administração federal. Para mais informações consulte em <<http://www.serpro.gov.br>>.

¹⁵ Coordenação de Assessoria ao Processamento Eletrônico (CAPRE), entidade criada pelo Decreto n° 70.370, de 05-04-1972, subordinada à Secretaria de Planejamento da Presidência da República, com o objetivo inicial de regular o uso dos recursos de informática na administração pública federal. Em 1975, passou também a controlar as importações de equipamentos e, através do Decreto n° 77.118, de 09-02-1976, assumiu o papel de formuladora do Plano Nacional de Informática (PNI).

¹⁶ Empresa Digital Brasileira (Digibrás) – inicialmente Eletrônica Digital Brasileira – era uma *holding* estatal criada em 1973 com o objetivo de coordenar, planejar e controlar as atividades de implantação e operacionalização de subsidiárias que viessem a surgir no segmento de informática. Seus acionistas eram órgãos do governo (BNDE, Petrobrás, Telebrás e SERPRO). Sua única subsidiária foi a Computadores e Sistemas Brasileiros S.A. (COBRA), empresa criada em 1974 em sociedade com a Equipamentos Eletrônicos (EE), de capital nacional e a Ferranti, empresa inglesa que equipava as fragatas da marinha brasileira. A Digibrás foi extinta em 1984.

¹⁷ A Secretaria Especial de Informática (SEI) foi criada em através do Decreto n° 84.067, de 08-10-1979, no governo militar do presidente João Figueiredo. Sua origem está associada a um trabalho feito pela Comissão Cotrim, formada em 1978 por representantes do Ministério das Relações Exteriores, do Conselho de Segurança Nacional (CSN) e do CNPq, e teve por objetivo

estruturá-lo adequadamente com sede, móveis, pessoal, computadores etc. Após um período destinado à formação de seu corpo de associados, fui eleito presidente por dois mandatos sucessivos, de 1982 a 1986 (em entrevista concedida ao autor no dia 04-04-2006).

A motivação para a criação de uma padronização brasileira em informática não foi decorrente do movimento internacional em torno do OSI, que por acaso começou aproximadamente na mesma época, mas sim da visão da padronização como um instrumento de política industrial, conforme relata o engenheiro Lucas de Macedo:

O que motivou a criação do CB-21 foi a necessidade de possuímos padrões brasileiros para quando o prazo previsto para a reserva de mercado chegasse ao fim, conforme estava previsto na Lei de Informática. O objetivo era garantir que os fabricantes estrangeiros que aqui chegassem tivessem que abrir, ao menos parcialmente, suas “caixas pretas”, para se adequarem às regras locais, o que beneficiaria as empresas nacionais na competição pelo mercado, quando este se tornasse aberto, através da criação de barreiras protecionistas não tarifárias (em entrevista concedida ao autor no dia 04-04-2006).

A ABNT, através do CB-21, elaborou um Plano Quadrienal de Normalização em Informática com cinco áreas de atuação (automação, hardware, software, teleinformática e instrumentação). Começou dedicando-se às normas básicas, sendo a maioria na área de hardware,¹⁸ e foi se desenvolvendo com o apoio da Associação Brasileira da Indústria de Computadores (ABICOMP)¹⁹ e da Sociedade dos Usuários de Computadores e Equipamentos Subsidiários (SUCESU)²⁰ (CARVALHO, 2003, p. 14).

Em 1983, após a publicação do modelo OSI como um padrão oficial da ISO, o CB-21 criou duas comissões²¹ de estudos, uma para rede local e outra para redes de longa distância, com o objetivo de definir padrões de interconexão a partir das novas normas estabelecidas internacionalmente (AGUIAR, 2001, p. 114).

A abordagem da ISO, apesar de originalmente estar mais ligada aos fabricantes de equipamentos,²² em muitos aspectos estava alinhada com a do CCITT, tanto que sua especificação para o serviço de rede estava baseada em circuitos virtuais ao invés de datagramas. De fato, os trabalhos de padronização da ISO e do CCITT logo convergiram, de forma que o modelo OSI passou a ser uma recomendação do CCITT (X.200) e algumas recomendações do CCITT ganharam status de padrão oficial da ISO, como foi o caso do X.25 (camada transporte de pacotes) e do X.400 (camada de aplicações, para correio eletrônico). Esta fusão normativa coincidiu com um movimento internacional de “convergência das tecnologias” de

fazer da informática uma área estratégica, ligada diretamente ao CSN. A SEI foi criada em substituição a CAPRE, extinta após investigação conduzida pelo Serviço Nacional de Informações (SNI) (DANTAS, 1989, p. 40).

¹⁸ Entre os padrões definidos estão o Código Brasileiro para Intercâmbio de Informação (BRASCI) e os padrões ABNT para teclados de computadores e terminais.

¹⁹ Entidade criada em 1979, foi a principal arremetida do Movimento Brasil Informática (MBI), a linha de frente empresarial da Política Nacional de Informática (PNI). A ABICOMP foi encerrada em outubro de 1992, após a aprovação da Lei de Informática que extinguiu a reserva de mercado.

²⁰ Entidade criada em 1965, inicialmente no Rio de Janeiro, e depois com representação em outros estados. Atualmente chama-se Associação de Usuários de Informática e Telecomunicações. Para mais informações, consulte <<http://www.sucesu.org.br>>.

²¹ Até o final de 1985, o CB-21 implantou outras comissões de estudos que desenvolveram diversos projetos nas áreas de automação de serviços, comunicações interbancárias, comunicação homem-máquina, impressoras e portabilidade de dados e programas.

²² Autores como Stallings (1998) e Tanenbaum (1996, p. 41) apontam a influência de alguns fabricantes na definição do modelo da ISO, como a Honeywell e IBM, cujas arquiteturas de rede possuíam o mesmo número de camadas que o OSI.

telecomunicações e informática, que fez com que o modelo OSI passasse a contar com o apoio das operadoras de telecomunicações.

No Brasil, chegou-se a admitir a possibilidade de criação de um Ministério da Telemática (AGUIAR, 2001, p. 35). Essa aproximação foi percebida mais fortemente em 1986, quando o Ministério das Comunicações²³ filiou, de uma só vez, todas as empresas do sistema Telebrás como sócias mantenedoras da ABNT – o que dava direito a voto com peso maior – resultando na imediata eleição do engenheiro Raul Colcher, então funcionário da Embratel, como novo coordenador do CB-21. A entrada das empresas do Sistema Telebrás no CB-21, com sua presença na esfera governamental, reforçou o processo de padronização em torno do OSI no Brasil, não só em relação à Embratel, que era a empresa encarregada das comunicações de dados no país, mas também pela experiência que tinham em padronização no CCITT, cujos esforços convergiam, cada vez mais, com os da ISO no plano internacional (CARVALHO, 2003, p. 14). Segundo Raul Colcher, além da entrada das empresas de telecomunicações no CB-21, o apoio da SEI, em conformidade com o discurso da política industrial, também reforçou o suporte ao OSI no Brasil:

[...] houve também grande influência após a entrada da SEI no processo, principalmente através de Kival Chaves Weber, secretário-executivo da SEI na época, que dava grande importância estratégica ao modelo OSI, para o qual a padronização de protocolos era um dos instrumentos da política nacional de informática, na sua busca da independência das arquiteturas proprietárias dos fabricantes estrangeiros (em entrevista concedida ao autor no dia 08-05-2006).

De fato, após diversas regulamentações²⁴ em favor do OSI na Política Nacional de Informática, em agosto de 1987, por iniciativa da SEI, organizações governamentais (ABNT/CB-21, Banco do Brasil, COBRA, CTI²⁵, FINEP²⁶, IPT²⁷, SEI e SERPRO) e privadas (ABICOMP, Digirede, Itaotec, SBC²⁸ e Scopus) assinaram um acordo de cooperação relativo à interoperabilidade com o modelo OSI, estabelecendo as bases para a criação da Rede Brasil de Interconexão de Sistemas Abertos (BRISA), inicialmente voltada para promover testes cooperativos. Em agosto de 1988, em evento da SUCESU no Rio de Janeiro, a Rede

²³ Antonio Carlos Magalhães era o Ministro das Comunicações (governo do Presidente José Sarney).

²⁴ A orientação governamental estava explicitada nos seguintes documentos: Lei nº 7232, de 29-10-84, artigo IV (que caracterizava a padronização de protocolos de comunicação como instrumento da PNI), Portaria Conjunta SEI/Minicom nº 001 de 19-10-84 (definia o modelo OSI e seus protocolos como preferenciais para adoção no Brasil), Lei nº 7.463, de 17-04-86 (I Plano Nacional de Informática - PLANIN) item 3.2.2.3.4 (definia como diretriz os protocolos OSI para interconexão de sistemas).

²⁵ O Centro de Tecnologia de Informática (CTI) fundação criada criada em 1982 em Campinas (SP), no âmbito da SEI, para ser o braço executor da Política de Informática estabelecida posteriormente. Inicialmente comportava quatro Institutos (Microeletrônica, Computação, Automação e Instrumentação). A partir de 1990, com as mudanças na política industrial e de abertura de mercado, seu papel de suporte à SEI/MCT reduziu-se significativamente. Foi extinto no ano 2000 com a criação do Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI), o qual em 2001 deixou de ser vinculado ao MCT e passou a ser à Casa Civil, sendo designado como Autoridade Certificadora Raiz da Infra-Estrutura de Chaves Públicas Brasileira (ICP-Brasil). Quando o CTI se transformou no ITI, ficou com uma parte em Brasília e outra em Campinas, a qual voltou ao MCT como Centro de Pesquisas Renato Archer (CENPRA). Para mais informações consulte <<http://www.cenpra.gov.br/>> e <http://www.iti.gov.br/>>.

²⁶ A FINEP é uma empresa pública vinculada ao MCT. Foi criada em 24 de julho de 1967, para institucionalizar o Fundo de Financiamento de Estudos de Projetos e Programas, criado em 1965. Posteriormente, a FINEP substituiu e ampliou o papel até então exercido pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e seu Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico (FUNTEC), constituído em 1964 com a finalidade de financiar a implantação de programas de pós-graduação nas universidades brasileiras. Em 31 de julho de 1969, o Governo instituiu o FNDCT, destinado a financiar a expansão do sistema de C&T, tendo a FINEP como sua Secretaria Executiva a partir de 1971. Para mais informações consulte <<http://www.finep.gov.br>>

²⁷ O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), foi fundado em 1899 como laboratório de resistência dos materiais da Escola Politécnica da USP (EPUSP), atuando nas áreas de pesquisa, educação e tecnologia. Para mais informações consulte <<http://www.ipt.br>>

²⁸ A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) foi fundada em 1978, em Porto Alegre (RS). Seus congressos surgiram a partir da integração de dois seminários associados, chamados Seminário Integrado de Software e Hardware (SEMISH) e Seminário Sobre Computação na Universidade (SECOMU). Para mais informações consulte <<http://www.sbc.org.br>>.

BRISA foi transformada em Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos²⁹, uma associação civil sem fins lucrativos, formada por fabricantes e usuários do mercado de informática cujo objetivo principal era disseminar o OSI, a exemplo do que ocorrera em outros países³⁰ (CARVALHO, 1994, p. 4). Ainda em 1988, o modelo OSI foi finalmente registrado no Brasil como norma da ABNT (NBR 10574: Interconexão de sistemas abertos de processamento de informação – Modelo básico de referência).

Apesar de todo discurso de padronização que o OSI trazia, ainda não estava assegurado que dois sistemas distintos, mesmo em conformidade com o padrão, fossem capazes de trocar informações entre si. O modelo OSI não especificava os protocolos ou serviços de cada uma das camadas e, para que dois ou mais sistemas fossem capazes de se interconectar, seria necessário que tivessem optado por um conjunto de protocolos compatíveis em todas as camadas do modelo. De modo a definir grupos padronizados e compatíveis entre si, foram elaborados os “perfis funcionais”, que garantiam que dois ou mais sistemas dentro de um mesmo perfil fossem capazes de se intercomunicar. Um dos perfis mais difundidos³¹ foi o *Government Open Systems Interconnection Profile* (GOSIP), definido em 1986 para uso dos órgãos governamentais e aplicado inicialmente na Inglaterra e posteriormente nos Estados Unidos. No Brasil, quando foi instituída a adoção do modelo OSI pela administração pública federal através de decreto presidencial em 1992,³² houve a publicação do Perfil OSI do Governo Brasileiro (POSIG), elaborado pela BRISA³³ e baseado no modelo GOSIP, cujos dois primeiros artigos relatavam o seguinte:

Art. 1º Os órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta e indireta, as fundações instituídas ou mantidas pelo Poder Público e as demais organizações sob o controle direto e indireto da União, ao adquirirem bens e serviços de informática, para comunicação e interoperação dos sistemas de tratamento da informação, devem observar a conformidade destes com as especificações do modelo de referência para interconexão de sistemas abertos OSI.

Art. 2º Para a implantação do disposto no artigo 1º, fica aprovada a Arquitetura de Referência do POSIG - Perfil OSI do Governo Brasileiro (BRASIL, 1992).

A disseminação do modelo da ISO, principalmente com o apoio das operadoras de telecomunicações, fez emergir uma nova questão, agora entre o TCP/IP e o OSI. O fato do modelo da ISO ter sido publicado como padrão oficial quase no mesmo momento em que o TCP/IP se transformou em protocolo oficial da ARPANET e passou a vir embutido no sistema operacional UNIX, fez com que esse embate ganhasse ares de uma guerra “quase religiosa”, que se arrastou por mais de uma década. Foi um

²⁹ A BRISA foi inicialmente presidida por Wilson Ruggiero, que era professor da USP e Diretor de Tecnologia da Scopus. Com o posterior declínio no interesse pelo modelo OSI, a BRISA afastou-se de seu foco original e atualmente é uma organização que presta serviços de consultoria e cooperação tecnológica nas áreas de tecnologia de informação e telecomunicações. Para mais informações consulte <<http://www.brisa.org.br>>.

³⁰ Além da Europa, onde o OSI era forte, entidades para promover a adoção do OSI foram criadas em outros lugares. Nos Estados Unidos, a *Corporation for Open Systems* (COS) em 1985 e, no Japão, a *Interoperability Technology Association for Information Processing* (INTAP), criada em 1985 pelo governo e o *Promoting Conference for OSI* (POSI), criado em 1987 pelos fabricantes.

³¹ Alguns dos perfis de grande utilização foram o *Manufacturing Automation Protocols* (MAP) definido em 1984 pela *General Motors*, para redes de automação industrial e o *Technical and Office Protocols* (TOP) definido em 1985 pela Boeing para interligação de redes de escritórios. Em 1993 foi criado, nos Estados Unidos e Canadá, um perfil para atender tanto ao governo quanto à indústria, chamado *Industry Government Open Systems Specification* (IGOSS).

³² Essa medida colocou o Brasil entre os dez primeiros países a adotar o OSI como um padrão federal.

³³ Os perfis funcionais do OSI no Brasil foram elaborados pela BRISA e publicados em mais de cinquenta páginas do Diário Oficial da União em 07-10-1992, no qual está escrito: “O Departamento de Administração dos Recursos de Informação e Informática da Secretaria da Administração Federal do Ministério do Trabalho e da Administração – DINFOR/SAF-MTA, de acordo com o Decreto nº 518 de 08-05-1992 que instituiu o POSIG e tendo em vista a portaria SAF/SCT n. 003, de 17-12-1990, que instituiu o PRONOR (Processo Normativo das Compras do Governo na Área de Informática), torna públicas as especificações técnicas iniciais dos perfis funcionais elaborados pela BRISA.”.

período recheado de discursos acalorados em eventos, previsões sombrias (para ambos os lados) e inúmeras publicações de artigos especializados mostrando como migrar de um protocolo para outro (e vice-versa). No Brasil, um dos primeiros trabalhos efetuados pela BRISA, por exemplo, foi um “estudo de migração da arquitetura TCP/IP para OSI” (CARVALHO, 1994, p. 4). Uma comparação entre as camadas de ambos os protocolos pode ser vista na figura a seguir:

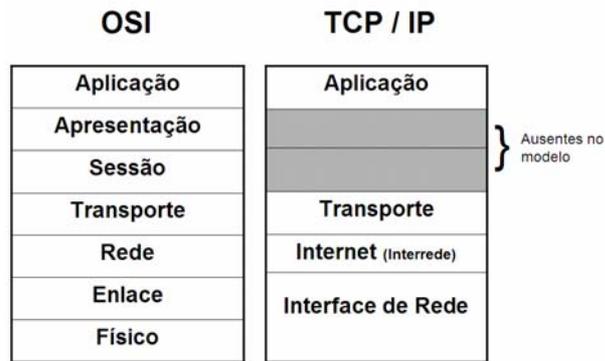


Figura 2. Camadas dos protocolos
 Fonte: TANENBAUM, 1996, p. 36.

O TCP/IP também poderia ser considerado um protocolo aberto, uma vez que não era de propriedade de nenhum fabricante, estava disponível pública e gratuitamente e visava a interconexão (e não a exclusão) de redes. Mas, o fato do TCP/IP não ter sido estabelecido por uma entidade oficial de padronização (o representante oficial dos Estados Unidos na ISO era a ANSI, que não participava do desenvolvimento do TCP/IP), aliado ao estigma de estar associado a um desenvolvimento eminentemente dos Estados Unidos (berço das empresas que já dominavam o mercado mundial de informática) criou uma impossibilidade política para ISO aceitá-lo como um padrão aberto internacional.

O reconhecimento do TCP/IP como um padrão internacional começou a mudar com a entrada em cena do *National Bureau of Standards* (NBS),³⁴ instituição centenária vinculada ao Departamento de Comércio dos Estados Unidos, com a missão de:

Promover a inovação e a competitividade industrial dos Estados Unidos através de avanços na ciência, tecnologia e padronização de medidas, de maneira a aprimorar a segurança econômica e a qualidade de vida³⁵ (NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, 1995).

Apesar de ter apoiado o modelo OSI nos Estados Unidos, o NBS³⁶ iniciou um *lobby* para que a ANSI levasse a proposta de reconhecimento de alguns protocolos da Internet como padrões oficiais da ISO. Isso aconteceu em 1985, com a adoção do *Transport Protocol Class 4* (TP4) ou ISO 8073, que era baseado no protocolo TCP, e em 1986 com a adoção do *Connection-Less Network Protocol* (CLNP) ou ISO 8473, também conhecido como “ISO-IP”, que era baseado no protocolo IP. O NBS também conseguiu que fossem

³⁴ O National Bureau of Standards (NBS), que em 1988 mudou de nome para *National Institute of Standards and Technology* (NIST), é também responsável por uma série de padrões na área de informática para o governo norte-americano, conhecido *Federal Information Processing Standards* (FIPS). Para mais informações consulte em: <<http://www.nist.gov>>.

³⁵ Tradução do original: “to promote U.S. innovation and industrial competitiveness by advancing measurement science, standards, and technology in ways that enhance economic security and improve our quality of life”, disponível em <http://www.nist.gov/director/speeches/jeffrey_050306.cfm>.

³⁶ O NBS patrocinou vários *workshops* de disseminação e implementação do OSI e foi responsável pela publicação, em duas versões, do perfil GOSIP dos Estados Unidos (FIPS 146), a primeira publicada em agosto de 1988 e a segunda em outubro de 1990.

adotados, como padrão ISO, alguns protocolos de redes locais³⁷ desenvolvidos nos Estados Unidos, demonstrando que os mecanismos de padronização tecnológica também estabelecem ou reforçam hegemonias geopolíticas.³⁸

A adoção do OSI na Internet passava mais pelo discurso da integração do que pelo da substituição do protocolo TCP/IP. O Departamento de Defesa, com o apoio do NBS, anunciou um direcionamento de implantação de *gateways* multiprotocolares, para integrar a Internet com os protocolos do modelo OSI:

A Internet deve se preparar para suportar o uso dos protocolos OSI até o final de 1990, ou antes, se possível. O provisionamento de roteamento e encaminhamento multiprotocolares entre diversos fornecedores são objetivos importantes. [...] O IETF, em particular, deve estabelecer ligação com os vários grupos de trabalho do OSI para coordenar o planejamento para a introdução do OSI na Internet e facilitar o registro de informações pertinentes à Internet com as várias autoridades responsáveis pelo OSI nos Estados Unidos³⁹ (INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, RFC 1120, 1989).

Na Europa, havia uma tendência de que suas redes adotassem o padrão X.25 como protocolo da camada de rede e procurassem aderir aos outros padrões do modelo OSI, na medida em que estes se tornassem disponíveis. Até acontecer isso, porém, cada país seguiu uma trilha própria. Por exemplo, a JANET (Inglaterra) operava uma rede X.25 privada, sobre a qual se usaram protocolos da família "livros coloridos".⁴⁰ A DFN (Alemanha) também definiu um conjunto de protocolos provisórios para uso interino. Independente desses esforços nacionais, começaram a ser criadas redes usando TCP/IP em instituições de pesquisa de alguns países europeus. No final de 1989, foi criado a *Réseaux IP Européens* (RIPE), um fórum de colaboração que passou a promover o uso de redes TCP/IP na Europa, que contou com o apoio da RARE, entidade de rede européia que até então promovia exclusivamente o OSI.

A Internet chegou ao final dos anos oitenta com uma estratégia de integração com o OSI e parte de seus protocolos oficialmente reconhecidos pela ISO, o que permitiu que a disseminação do TCP/IP continuasse sem uma pressão maior sobre aqueles que o estivessem usando. De fato o TCP/IP não só sobreviveu a essa "guerra dos padrões" como emergiu ainda mais forte nos anos noventa, alcançando uma disseminação global, não só pela expansão da Internet como também por sua adoção por parte de outras redes que se formaram em torno deste conjunto de protocolos.

4. A contribuição final do OSI, como material didático

³⁷ Os padrões Ethernet, Token-Ring e Token-Bus, que estavam definidos como padrões norte-americanos do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), passaram a ter status de protocolos da camada de enlace do modelo OSI.

³⁸ O governo dos Estados Unidos é a maior entidade usuária de informática no mundo, o que faz com que seus padrões internos sejam amplamente adotados pelos fornecedores. Como exemplo há o algoritmo de criptografia *Data Encryption Standard* (DES) que vigorou no mercado mundial por mais de vinte anos, desde quando foi definido como um padrão federal pelo NBS em 1977.

³⁹ Tradução do original: "*The Internet should be positioned to support the use of OSI protocols by the end of 1990 or sooner, if possible. Provision for multiprotocol routing and forwarding among diverse vendor routes is one important goal.... The IETF, in particular, should establish liaison with various OSI working groups to coordinate planning for OSI introduction into the Internet and to facilitate registration of information pertinent to the Internet with the various authorities responsible for OSI standards in the United States*", disponível em: <<http://rfc.net/rfc1120.html>>.

⁴⁰ Em 1987, um relatório intitulado "Transição para os padrões OSI" ("*Transition to OSI Standards*") foi produzido pela comunidade acadêmica britânica, contendo uma estratégia de transição baseada em fases, de acordo com o estágio da rede e dos protocolos envolvidos, o resultado foi compilado em uma série de livros diferenciados pela cor, como por exemplo, "amarelo" (protocolos de transporte), "cinza" (protocolo de correio eletrônico) etc.

Apesar das intenções e do trabalho de inúmeras pessoas envolvidas no seu desenvolvimento, o OSI falhou ao tentar cumprir a promessa da compatibilidade universal. A maioria dos fabricantes continuou a oferecer seus protocolos proprietários,⁴¹ ainda que às vezes oferecessem protocolos no padrão OSI quando havia alguma pressão inevitável por parte da demanda dos clientes.

As organizações que quisessem ligar seus computadores em rede deparavam-se com uma situação de extrema fragmentação no mercado. Aquelas que trabalhavam com um único fabricante podiam adotar suas especificações técnicas (comumente proprietárias) para o projeto de suas redes internas. Mas no que se referia à interconexão de redes distintas, a alternativa, que sempre ficava entre OSI e TCP/IP foi sendo decidida, cada vez mais, em favor do segundo.

A derrocada do OSI passou a ser irreversível a partir do reconhecimento oficial da Internet por partes dos governos e quando seus respectivos perfis governamentais foram descontinuados ou alterados para permitir a entrada do TCP/IP.

No Brasil, o Governo Federal editou, em maio de 1995, uma Nota Conjunta do Ministério das Comunicações (Minicom) e Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)⁴² que, entre outras coisas, definiu o que era Internet:

[...] A Internet é um conjunto de redes interligadas, de abrangência mundial. Através da Internet estão disponíveis serviços como correio eletrônico, transferência de arquivos, acesso remoto a computadores, acesso a bases de dados e diversos tipos de serviços de informação, cobrindo praticamente todas as áreas de interesse da Sociedade (BRASIL, 1995).

Posteriormente, em junho de 1997, através da Instrução Normativa Conjunta do MCT e do Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado (MARE) foi instituída a mudança no POSIG, fazendo referência específica ao uso do TCP/IP:

A evolução tecnológica que ocorreu nos últimos quatro anos, desde a publicação da Arquitetura de Referência do POSIG e a convergência que está ocorrendo nas arquiteturas do Modelo de Referência OSI e da INTERNET, com a crescente utilização dos protocolos TCP/IP, implica na necessidade da atualização da Arquitetura de Referência do POSIG, conforme previsto no artigo nº 3 do Decreto nº 518/92, para a inclusão de tais protocolos (BRASIL, 1997).

Nos Estados Unidos, a descontinuação do modelo OSI ocorreu em maio de 1995, quando o NIST publicou a FIPS 146-2, destituindo o GOSIP (FIPS 146-1) e criando a *Profile for Open Systems Internetworking Technologies* (POSIT), que aboliu o uso dos protocolos OSI no governo federal:

O FIPS 146-1 adotou o GOSIP que define um conjunto comum de protocolos OSI, que permitem interoperabilidade aos sistemas desenvolvidos por diferentes fornecedores e aos usuários de diferentes aplicações nesses sistemas intercambiarem informações. A mudança altera o FIPS-146-1 através da remoção do requisito de que as agências federais especifiquem os protocolos GOSIP quando adquirirem produtos e serviços de rede e sistemas e serviços de comunicação. A

⁴¹ Alguns protocolos proprietários: Appletalk (Apple), DECNET (Digital), IPX (Novell), NetBIOS (Microsoft), NS/VT (HP), SNA (IBM) e VINES (Banyan).

⁴² O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) foi criado pelo Decreto nº 91.146, de 15-03-1985, no governo do Presidente José Sarney (1985-1989).

mudança referencia especificações adicionais que as agências federais podem usar na aquisição de protocolos de comunicação de dados⁴³ (NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, 1995).

Em seguida, em outubro de 1995, o *Federal Networking Council* (FNC)⁴⁴ publicou uma resolução que, pela primeira vez, definiu oficialmente o que era a Internet para o governo norte-americano, fazendo menção explícita ao uso do protocolo TCP/IP:

Internet se refere ao sistema de informação global que:

(i) é logicamente ligado por um endereço único global baseado no *Internet Protocol* (IP) ou suas subseqüentes extensões;

(ii) é capaz de suportar comunicações usando o *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) ou suas subseqüentes extensões e/ou outros protocolos compatíveis ao IP; e

(iii) provê, usa ou torna acessível, tanto publicamente como privadamente, serviços de alto nível baseados nas comunicações e referida infra-estrutura descritas nesta resolução⁴⁵ (FEDERAL NETWORKING COUNCIL, 1995).

5. Conclusão

Ao se debruçarem sobre as circunstâncias internacionais (leia-se Estados Unidos e da Europa) os pesquisadores constróem diversas explicações que levaram o OSI a sobreviver apenas como um modelo didático nas páginas dos livros. Alguns autores indicam que a abordagem do OSI, com seu modelo abrangente que visava abarcar todo o desenvolvimento de padrões era ambiciosa demais, o que levava a ISO a ser inevitavelmente lenta nas decisões e definições acerca dos protocolos (PADLIPSKY, 1985 e RANDALL, 1997). Outros indicam que o modelo OSI era muito complexo e possuía camadas em excesso (três a mais que o TCP/IP, por exemplo), além de que, para algumas dessas camadas, nunca foi desenvolvido nenhum protocolo, enquanto para outras, havia protocolos em demasia (SALUS, 1995 e TANENBAUM, 1996).

“O mercado escolheu o TCP/IP em detrimento do OSI”. Essa frase, que resume pensamento dominante acerca desta questão, esconde o fato de que a escolha pelo TCP/IP, como acontece em qualquer

⁴³ Tradução do original: *FIPS 146-1 adopted the Government Open Systems Interconnection Profile (GOSIP) which defines a common set of Open Systems Interconnection (OSI) protocols that enable systems developed by different vendors to interoperate and the users of different applications on those systems to exchange information. This change modifies FIPS 146-1 by removing the requirement that Federal agencies specify GOSIP protocols when they acquire networking products and services and communications systems and services. This change references additional specifications that Federal agencies may use in acquiring data communications protocols.*

⁴⁴ Em meados dos anos noventa a infra-estrutura de redes de pesquisa nos Estados Unidos era provida por quatro agências do governo federal: a NSF, que financiava a NSFNET; o Departamento de Energia, que financiava a ESNET; a NASA, que financiava a *NASA Science Internet* (NSI) e a ARPA que financiava a DDN. A coordenação destas atividades passou a ser supervisionada, em 1995, pelo *Federal Networking Council* (FNC), entidade recém criada que reunia representantes destas quatro e de outras agências do governo federal (como o NIST). Em 1997, as atividades do FNC foram passadas para o *Large Scale Networking* (LSN). Para mais informações consulte <<http://www.nitrd.gov/subcommittee/lisn.html>>.

⁴⁵ Tradução do original: “*Internet refers to the global information system that (i) is logically linked together by a globally unique address space based on the Internet Protocol (IP) or its subsequent extensions/follow-ons; (ii) is able to support communications using the Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) suite or its subsequent extensions/follow-ons, and/or other IP-compatible protocols; and (iii) provides, uses or makes accessible, either publicly or privately, high level services layered on the communications and related infrastructure described herein.*”

outra invenção técnica, é o resultado de um conjunto de redes de materiais heterogêneos que interagiram permanentemente entre si, conforme nos apresenta Pierre Lévy (1989, p. 182):

[...] A invenção técnica revela-se como ruído desordenado de bricolagens, reutilizações, estabilizações precárias de disposições operatórias. Entre todas estas aglomerações de dispositivos heteróclitos e de idéias díspares, algumas, muitas vezes por razões contingentes, serão utilizadas pelo maior número e estabelecer-se-ão duradouramente. Passarão então por objetos técnicos homogêneos, coerentes, e manifestarão com naturalidade a sua evidência funcional.

A rede sociotécnica do TCP/IP garantiu que, ao longo de sua trajetória, suas técnicas pudessem ser discutidas, internacionalmente em fóruns abertos, ensinadas e distribuídas gratuitamente nos departamentos de computação das universidades e implementadas em sistemas comerciais. E ao fazer isso antes, e de forma muito mais distribuída do que o OSI, o TCP/IP conseguiu criar e manter uma maior base instalada e uma maior expertise técnica disponível, fortalecida ainda mais com a disseminação do UNIX, o uso da Internet e o suporte do governo norte-americano.

Apesar de toda a arrematamento de aliados em torno do modelo OSI, o esforço não foi suficiente para estabilizá-lo como o representante da interoperabilidade entre sistemas, restando-lhe o confinamento nas páginas introdutórias dos livros técnicos sobre redes de computadores. O futuro era do OSI, porém “a capacidade de previsão da tecnociência depende inteiramente de sua habilidade em propagar redes” (LATOUR, 2000. p. 407). No mundo e no Brasil o OSI se tornou mais um exemplo de tecnologia do futuro que nunca chegou a ser o que se esperava dela. No entanto, é possível entender detalhadamente as opções e os tempos, os avanços e os recuos do acompanhamento caudatário especificamente brasileiro desta viagem do OSI em direção ao lago das ficções, Também aqui estes meandros não são dados só pela lógica das técnicas, mas podem ser melhor explicados pelas batalhas e escaramuças das táticas, das estratégias e das lutas políticas, como as que aconteceram entre o Ministério das Comunicações e a SEI, acarretando a mudança na condução do processo.

REFERÊNCIAS

- ABBATE, Janet, 2000, **Inventing the Internet**. Cambridge, MA, MIT Press.
- AGUIAR, Sonia, DANTAS, Vera, 2001, **Memórias do computador: 25 anos de informática no Brasil**, São Paulo, IDG.
- BRASIL, 1992, Decreto Presidencial nº 518, de 08 de maio de 1992. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 11 maio 1992, p. 5.828. Retificado no Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 26 maio 1992, p. 6.449.
- BRASIL, 1995, Nota Conjunta. Ministério das Comunicações e Ministério da Ciência e Tecnologia. 31 maio. Disponível em: <<http://www.cgi.br/regulamentacao/notas.htm>>. Acesso em: 2 jun. 2010.
- BRASIL, 1997, “Instrução Normativa Conjunta nº 1 de 13 jun. 1997”. MARE/MCT, **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 20 jun. 1997, Seção I, p. 12.843.
- CARVALHO, Rodney, 2003, **A evolução do mercado de redes locais no Brasil**. Disponível em: <<http://www.automax-tec.com/Publics/RedesLoc.doc>>. Acesso em: 2 jun. 2010.
- CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito (Org.), 1994, **Arquiteturas de redes de computadores OSI e TCP/IP**. São Paulo, Makron Books; Rio de Janeiro, Embratel; Brasília, SGA.
- DANTAS, Marco, 1989, **O crime de Prometeu**. Rio de Janeiro, Abicomp. Disponível em: <http://www.mci.org.br/biblioteca/o_crime_de_prometeu.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2010.
- FEDERAL NETWORKING COUNCIL, 1995, “FNC Resolution: Definition of Internet”. Disponível em: <http://www.nitr.gov/fnc/Internet_res.html>. Acesso em: 2 jun. 2010.
- INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, 1989, “RFC 1120”. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1120.txt>>. Acesso em: 2 jun. 2010.
- LATOUR, Bruno, 2000, **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros afora**. São Paulo, UNESP.
- LÉVY, Pierre, 1989, “A invenção do computador”, In: Serres, Michel (Org.). **Elementos para uma História das Ciências III: de Pasteur ao computador**. Lisboa, Terramar.
- MAATHUIS, Ivo, SMIT, Win, 2003, **The battle between standards: TCP/IP vs OSI victory through path dependency or by quality?** In: 3rd IEEE Conference on Standardization and Innovation in Information Technology, 22-24 October 2003, Delft, The Netherlands, Delft.
- NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, 1995, “Profiles for Open Systems Internetworking Technologies”. Disponível em: <<http://www.itl.nist.gov/fipspubs/fip146-2.htm>>. Acesso em: 2 jun. 2010.
- PADLIPSKY, M. A., 1985, **The elements of networking style and other essays and animadversions on the art of intercomputer Networking**, Authors Guild Backinprint.com, Lincoln, NE: iUniverse.com.
- RANDALL, Neil, 1997, **The soul of Internet: net gods, netizens and the wiring of the world**. Londres, Computer Press.
- RUSSEL, Andrew, 2006, **'Rough Consensus and Running Code' and the Internet-OSI Standards War**, IEEE Annals of the History of Computing, 28(3):48-61, 2006.
- SALUS, Peter, 1995, **Casting the Net: from ARPANET to INTERNET**. Reading, MA, Addison-Wesley.
- SOUTO, Franklin, 1991, **Uma visão da normalização**. São Paulo: Qualiymark.
- TANENBAUM, Andrew, 1996, **Computer Networks**. 3. ed. New Jersey, NY, Prentice Hall; PTR.