

Relatório final do GT 1: Redes/Infra-estrutura

Do que se trata?

A mudança de paradigma da computação centralizada em grandes computadores atendendo múltiplos usuários para a computação distribuída onde todo usuário tem pelo menos um computador a ele dedicado, que começou no final dos anos 80, destacou a importância das redes de computadores. Hoje em dia a utilidade dos computadores é mais limitada por problemas de comunicação do que pela limitação dos recursos internos, como memória, espaço em disco ou capacidade de processamento. As tarefas executadas no computador pessoal tendem a ser poucas, usando principalmente pacotes de software vendidos no comércio geral, como também são os próprios computadores pessoais. Porém, com o desenvolvimento de aplicações do lado dos servidores remotos, a utilidade do equipamento local não tem limite.

O que mantém estes computadores funcionando adequadamente é a infra-estrutura de comunicação que possibilita seu acesso aos serviços remotos de computação e de informação que os tornam os auxílios mais poderosos que a população de usuários jamais teve para realizar seu trabalho, seu entretenimento, sua educação, suas compras, e até o pagamento dos seus impostos. Os próprios serviços remotos geralmente são a preocupação de outros GTs neste workshop, especialmente sobre Redes: Sistemas Operacionais e Aplicações e sobre Desenvolvimento de Aplicações.

O interesse deste GT é nos mecanismos de transporte de informação entre os computadores que hospedam as aplicações. Este interesse é abrangente e inclui a gama de tecnologias de telecomunicação usando transmissão de sinais elétricos ou eletromagnéticos (incluindo óticos), com ou sem fio, além da protocolos para a transporte de informação digital entre computadores interligados pela infra-estrutura de comunicação.

O peso da importância desta infra-estrutura cresceu muito nos últimos anos, por causa da vertiginoso crescimento da Internet, que hoje representa a maior oferta de infra-estrutura de comunicação digital na planeta, interligando mais de cem milhões de computadores com nomes no Domain Name System (se foram mantidas as tendências observadas há vários anos pela empresa Network Wizards - www.isc.org/ds/WWW-200001/report.html). O número de computadores eventualmente ligados deve ser muito mais, porque não estão computadas máquinas ligadas às intra-redes das empresas, e nem as que usufruem de acesso discado.

É instrutivo comparar as redes de comunicação digital com as redes de telefonia, que possuem uma capilaridade ainda maior que a Internet. Estima-se que em algum momento dos últimos cinco anos, o tráfego de informação digital passou em volume o tráfego de voz. E a taxa de crescimento da Internet é ainda forte, tendo sido quase 70% a expansão no número de computadores ligados no último ano para o qual existem estatísticas. Adicionalmente, com o crescimento das redes de fibras óticas instaladas, a evolução dos equipamentos de transmissão e comutação, e o uso de novas tecnologias de acesso, como modems xDSL, TV a cabo, e rádio digital, cada usuário acaba podendo aumentar sua capacidade de comunicação, apesar do aumento do número de usuários. Finalmente, com a expansão impressionante das redes de telefonia móvel nos últimos anos, criou-se um outro meio para acesso à Internet para computadores portáteis.

Enfim, existem fortes movimentos em curso para interligar a uma única interconexão os computadores instalados nas empresas, nos domicílios, nas escolas, no governo, e até

nos bolsos das pessoas. Para possibilitar a interoperação destes computadores é necessário proferir uma conexão física a alguma rede de computadores, e garantir que esta rede se comunique com as demais redes que compõem a Internet. A tecnologia para isto é bem conhecida e os equipamentos são fabricados por diversas empresas (todas no exterior).

De modo geral podemos dividir as redes envolvidas entre redes de acesso e redes *backbone*. As redes de acesso tipicamente usam alguma tecnologia de rede local (IEEE 802), comumente Ethernet (802.3) ou sem fio (802.11). O tráfego destas redes é agregado em redes *backbone*, de velocidades mais elevadas, usando conexões ponto a ponto, Frame Relay, ATM, MPLS, IP sobre SONET e IP sobre DWDM. A tecnologia de comunicação que integra o tráfego entre redes é o TCP/IP, e as redes de todos estes tipos são interligadas entre si através de roteadores e/ou comutadores. Estas redes podem ser mantidas e operadas pelas organizações usuárias. Mais comumente, são contratados serviços de transmissão ou de transporte de empresas operadoras de serviços de telecomunicações ou de Internet. Com a abertura comercial da Internet e o fim do monopólio estatal de telecomunicações, há competição na oferta destes serviços, e esta competição deve crescer no futuro pelo próprio dinamismo do setor.

O aumento contínuo de capacidade de transporte de informação digital nas redes está alterando a natureza das aplicações usadas. A capacidade multimídia dos computadores pessoais, com suporte para captura e reprodução de áudio e vídeo, levou quase naturalmente ao transporte multimídia em redes, usado para teleconferências, e a distribuição de som e vídeo a demanda. Estas aplicações representam desafios para a infra-estrutura de comunicação, pois, ao contrário das aplicações tradicionais (correio eletrônico, WWW e terminal virtual) possuem requisitos de desempenho (banda mínima, retardo e *jitter* máximos, taxa máxima de perdas), geralmente agrupados sob o nome Qualidade de Serviço (QoS, do inglês).

Tradicionalmente a tecnologia TCP/IP não trata bem destas aplicações novas, pois ela se caracteriza pela "socialização" dos recursos de transporte, tratando todas as aplicações usuárias de modo equitativo, não privilegiando nenhuma. É por isto que o custo do transporte TCP/IP é relativamente barato, comparado com outras alternativas oferecendo alguma QoS. Infelizmente isto pode inviabilizar muitas aplicações multimídia (ou outras de tempo real), que são intolerantes de atrasos. Nos últimos 8 anos vem sendo estudadas extensões da tecnologia TCP/IP justamente para poder resolver este problema, e já está disponível em equipamentos novos suporte para QoS. Naturalmente isto introduz um novo grau de complexidade na tecnologia que precisa ser acompanhado pelo profissional.

Uma das consequências inesperadas da incorporação de suporte para QoS em TCP/IP, e, quase simultaneamente em redes Ethernet, com a edição em 1998 das normas 802.1D e 802.1Q do IEEE, foi a viabilização de transmissão de voz sobre redes IP (VoIP), e, especialmente, de telefonia sobre IP (Itel). Usando padrões da ITU já preparados para videoconferências, foi definido uma forma de fazer chamadas telefônicas usando terminais (evidentemente inteligentes) ligados a uma rede IP. Como VoIP tipicamente usa altas taxas de compressão, comparado com a telefonia tradicional, seus custos de transporte em redes IP é tipicamente bem inferior do que nas redes de telefonia. Isto já causa uma revolução no setor das telecomunicações, pois possibilita (finalmente) a procurada convergência das tecnologias de rede, com o uso da mesma infra-estrutura para voz e dados. Só que, ao invés dos projetos anteriores de RDSI, a infra-estrutura não tem nenhuma provisão específica para telefonia e serviços afins. Suporte é dado genericamente à classe de serviços requerendo QoS. Futuramente as empresas de

telecomunicações deverão aposentar boa parte das suas redes tradicionais de telefonia e passar a operar apenas uma infra-estrutura baseada em TCP/IP. Nas outras empresas com redes próprias, deve haver uma integração semelhante entre os setores responsáveis para telefonia e para redes de informação.

O aumento do tamanho e complexidade da Internet e das suas redes (corporativas e de provedores) traz um problema importante de gerenciamento da infra-estrutura. O que envolve o monitoramento e configuração dos seus elementos (roteadores e comutadores), além da geração de relatórios precisos sobre falhas e exceções. Os profissionais responsáveis para a administração da infra-estrutura de comunicação certamente deverão saber usar as ferramentas de gerenciamento já disponíveis. Além disto, poderão criar ferramentas especializadas, desenvolvendo aplicações em software em ambientes de programação especializados para gerenciamento..

É prática tradicional considerar como parte das preocupações de infra-estrutura de comunicação o assunto de segurança, apesar do fato que na maioria das vezes os mecanismos de segurança fazem parte das aplicações, como é o caso de correio eletrônico seguro ou SSL, usada em WWW. Apesar disto, cada dia é maior o interesse em usar a criptografia nas redes, e os algoritmos de obtenção de certificados de chave publica envolvem a busca em repositórios distribuídos na rede, de forma parecida com o DNS. Portanto o suporte de criptografia de chave pública pode ser da área de infra-estrutura. Outras tecnologias de segurança, por exemplo, cortinas corta-fogo (*firewalls*), requerem conhecimentos geralmente possuídos pelos responsáveis pela configuração dos roteadores.

Em suma, a ampla adoção de tecnologia Internet por todos os setores da economia e ao nível internacional cria um enorme desafio para a integração digital da sociedade e da economia, que depende em boa parte da implantação e operação de uma infra-estrutura adequada de comunicação, o que por sua parte requer quadros profissionais de vários conhecimentos para realizar estas tarefas.

Para finalizar, é preciso caracterizar o perfil do profissional que trabalha com infra-estrutura de redes. As especialidades incluem planejamento, projeto, montagem, operação, gerenciamento, administração, manutenção e segurança da infra-estrutura de comunicação. Elas requerem conhecimentos tanto da informática como das telecomunicações, e há até uma tendência em algumas empresas de unir num só órgão as responsabilidades antes divididas. Além dos profissionais para quem a infra-estrutura de comunicações é atividade fim, temos outros que se dedicam à formação desses profissionais, nas diferentes organizações de ensino e treinamento. Em todas estas áreas hoje há carência de recursos humanos.

Baseados nas atuais alternativas de formação de recursos humanos, podemos identificar os programas de estudo que parecem ser fundamentais. Para a formação de profissionais para atuar na atividade fim, estes incluem: no segundo grau, a escola técnica; no terceiro graus, os programas de graduação, especialização e mestrado, incluído o mestrado profissionalizante. Para atender à demanda de professores para estes cursos de formação profissional, os programas apropriados são os cursos de pós-graduação *stricto sensu*, incluídos o mestrado e o doutorado.

Onde estamos?

Quais são as organizações que utilizam redes de computadores? Com um pouco de hipérbole quase podemos dizer que é mais fácil perguntar quem não usa redes, tal o grau

de ubiquidade do fenômeno. Podemos tentar identificar algumas categorias mais evidentes de empresas que certamente necessitam de profissionais desta área.

- I. *Operadoras de telecomunicações:*
O RJ é a sede de diversas empresas, incluindo Embratel, Intelig, Telemar, Vesper, Telefônica Celular, ATL.
- II. *Operadoras de redes de dados:*
Além das empresas supra-citadas, tem a Victori, Comsat, e as redes acadêmicas Rede-Rio e RNP.
- III. *Empresas que mantenham redes de comunicação próprias (dos setores governamental (inclusive militar), financeiro, de energia, do comércio, de comunicação, de transportes, etc)*
- IV. *Provedores de serviço Internet (acesso discado, TV a cabo, via rádio)*
- V. *Instituições de ensino/treinamento*
- VI. *Empresas de projeto/instalação/integração de redes de comunicação*

Os membros deste GT vinham de vários dos setores acima mencionados, com a seguinte distribuição:

Setor	I	II	III	IV	V	VI
Participantes	1	1	1	0	5	1

Embora reduzida, a participação industrial foi muito importante por trazer uma visão abrangente do mercado de trabalho, suas necessidades e possibilidades.

Onde queremos chegar?

A primeira fase das discussões do GT levantava questionamentos sobre os seguintes aspectos do problema em discussão:

1. *Como tratar e suprir a grande demanda por profissionais de TI que está surgindo?*
Foi consenso que a demanda é grande, tende a crescer, e que os atuais esquemas de formação de profissionais não está atendendo à demanda.
2. *Avaliar e reformular como qualificar e atualizar os profissionais da área empresarial de melhor maneira.*
Há uma necessidade constante de renovação dos conhecimentos dos profissionais, para complementar os cursos de formação profissionais.
3. *Como dar uma visão mais empresarial (mais "macro" ou global ou de grandes redes) aos recém formados?*
É reclamação comum das empresas que é necessário retrainar o recém-formado, pois, com raras exceções, ele não possui os conhecimentos necessários para atuar profissionalmente. Comentou-se que os atuais cursos de formação se concentram em aspectos técnicos detalhados, e que os recém-formados não obtêm uma visão mais empresarial da infra-estrutura de comunicação.
4. *Como reavaliar os programas de estágios e similares, que eram considerados muito "puxados" com comprometimento do desempenho acadêmico dos alunos.*
Críticas foram dirigidas à maneira de não poucas empresas encararem a função do estagiário, e a considerarem como mão de obra de baixo custo. Em muitos casos, os estagiários desempenham atividades que nada contribuem para seu aprimoramento profissional. Há muitos casos de estágios de 30 e 40 horas semanais, com quase

nenhuma interação entre a empresa e a universidade onde estuda o estagiário, levando a um aproveitamento menos que ideal pelos estagiários. Uma consequência comum e nefasta é o prejuízo para os estudos do estagiário, causado pelo excesso de demanda do seu tempo pelo estágio, e levando-o a retardar a conclusão formal dos seus estudos.

5. *Falta de um entrosamento maior entre empresas e universidades.*
Como já comentado, os pontos de contato são poucos e mal explorados em benefício comum.
6. *Estudar e planejar melhor como deve acontecer a participação dos profissionais do setor empresarial em projetos acadêmicos e vice-versa.*
Em alguns casos de empresas que inovam no uso de tecnologia, percebe-se que deve haver interesses convergentes entre a universidade e empresa, que poderiam levar a um forte intercâmbio entre seus quadros.
7. *Avaliação dos prós e contras dos projetos ReMAV e Rede-Rio.*
Estes dois projetos representam quase toda a atividade no estado no uso e exploração de redes de alto desempenho. Entre as críticas feitas à formulação e execução destes projetos estão:
 - A exclusão de efetiva participação de importantes grupos de pesquisa nas principais universidades da região;
 - O pequeno aproveitamento da infra-estrutura de comunicação (fibras óticas não iluminadas) cedida pela Telemar;
 - Falta de entrosamento entre equipes e projetos semelhantes em outras ReMAVs na área da Telemar.

Numa eventual reedição deste tipo de empreendimento, deverá ser tomado o cuidado de evitar a repetição destes equívocos, que não engrandeceram a reputação do nosso estado nesta área.

8. *Falta de uma melhor qualificação do pessoal técnico. Como melhorar a formação nas escolas técnicas ?*
O GT também não contou com a participação de representante das escolas técnicas. Entretanto, reconheceu que muita da demanda por profissionais especializados deverá poder ser atendida sem a necessidade de um curso superior.
9. *Como formar RH no interior do estado?*
Observou-se que todos os participantes do GT foram das cidades do Rio de Janeiro e Niterói, o que dificultava ter uma visão mais interiorana desta questão.

Ações a tomar

1. Ações da FAPERJ

1. *Fortalecer e reforçar as instituições com competência reconhecida na formação de RH*

É sentimento dos membros do GT que a forma mais eficaz de aumentar rapidamente a capacidade de formação de RH em infra-estrutura de comunicações é concentrar os esforços em instituições de ensino superior já reconhecidamente competentes neste ramo. Nesta categoria estão incluídos os diversos programas em computação e telecomunicações das grandes universidades públicas do nosso estado, bem como as melhores entre as particulares, como a PUC-Rio. Isto se justifica pelos grandes

investimentos, públicos e privados, já realizados em formação de professores e montagem de instalações. Estes investimentos não produzem os frutos possíveis, devido a problemas localizados.

De maneira geral, a produtividade destas instituições poderia ser aumentada significativamente pela melhoria de infra-estrutura de sala de aula e de laboratórios. A grande maioria das salas de aula em uso nestas instituições ainda utilizam recursos relativamente primitivas de apoio didático, não dispondo de computadores, canhões de projeção e acesso à Internet.

Para o ensino específico de infra-estrutura de comunicações, em função da rápida evolução da tecnologia usada, os programas de formação têm dificuldades em manter atualizado tecnologicamente os equipamentos instalados em seus laboratórios. Isto se aplica tanto à graduação como à pós-graduação.

Adicionalmente os laboratórios em questão deverão ser integradas em rede de alta velocidade, permitindo a participação dos grupos de pesquisa e desenvolvimento destas instituições em atividades colaborativas. Atualmente, esta área de infra-estrutura se desenvolve com muita rapidez e é essencial para a atualização dos nossos centros de ensino e pesquisa acompanhe este desenvolvimento para poder formar profissionais preparados. É fundamental para o sucesso deste empreendimento que também haja participação efetiva do setor empresarial no projeto da rede. Precisa ser criado um mecanismo de coordenação das atividades da rede, com plena participação das entidades envolvidas, inclusive as empresariais, para determinar um elenco mínimo de projetos que deverão ser realizados.

Em função disto, recomenda-se que a FAPERJ realize investimentos em infra-estrutura tecnológica nas instituições de reconhecida competência em infra-estrutura de comunicações. As investimento seriam em equipamentos de sala de aula e de laboratórios de infra-estrutura de comunicações, e em interconexão destes laboratórios por uma rede de alta velocidade, de cuja coordenação participariam todos os grupos de P&D das instituições beneficiadas, incluindo as contribuições de empresas do ramo.

2. Programa de bolsa-estágio

A atual prática do estágio está sendo desvirtuada pelo desvio do estagiário para atividades não apropriadas, e pelo excesso de carga horária, com conseqüências negativas para a duração do curso de graduação.

O GT recomenda que sejam empenhados esforços para aumentar a participação da universidade na realização de estágios nas empresas, e que seja criado pela FAPERJ um programa de bolsa-estágio para permitir que o estágio seja realizado, pelo menos parcialmente, dentro da universidade.

3. Bolsas para mestrado e doutorado

A formação de mestres para a formação de RH precisa ser aumentada. Estes mestres deverão ser formados pelos programas de pós-graduação *strictu senso* do estado. A produtividade destes programas poderia ser aumentado, com a maior dedicação dos pós-graduandos a seus estudos, através de bolsa de estudos. Por outro lado, deve-se notar que os valores das bolsas de estudo concedidas pelo governo federal estão congelados há quase 6 anos, em níveis inadequados para a realidade do RJ e seu mercado de trabalho.

Para poder aumentar a produtividade e evitar o abandono dos estudos pelo pós-graduando em infra-estrutura de comunicações, o GT recomenda que seja aumentado em número e valores as bolsas de mestrado e doutorado concedidos pela FAPERJ para esta área de estudo.

4. Apoio a projetos temáticas envolvendo comunicação avançada

Este GT a princípio considerou apenas a questão da infra-estrutura de comunicações mas reconhece a enorme importância de ação multidisciplinar para viabilizar projetos de comunicação avançada, os quais, necessariamente, dependerão da infra-estrutura de comunicação, hoje em estágio de evolução constante.

Portanto recomenda que a FAPERJ estimule, através de financiamento, a elaboração de projetos temáticos em comunicação avançada.

2. Criação de fórum técnico empresa-universidade

Foi sentimento do GT que muitos dos casos de crítica mútua entre a universidade e a empresa são devidos à falta de informação e de meios adequados de comunicação. Na verdade, os pontos de contato são raros, e não sempre no nível correto para poder resolver os problemas mais comumente identificados.

Entre os tópicos que poderiam ser discutidos em fóruns adequados estão:

- perfis de cursos e ementas de disciplinas (especialização/mestrado profissionalizante)
- patrocínio de matérias específicas na graduação
- integração alunos-empresas (bolsas, estágios, etc)
- definição de atividades conjuntos de P&D

O GT recomenda que seja criado um ou mais fóruns técnicos, unindo empresas e universidade, para tratar dos problemas de sua interação na área de infra-estrutura de comunicações.