Suporte a Sistemas de Correio Eletrônico com SMTP

José Helvécio Teixeira Jr [1] *José Antão Beltrão Moura* *Jácques Philippe Sauvé*

Departamento de Sistemas e Computação
Universidade Federal da Paraíba
Av. Aprígio Veloso, s/n - Bodocongó
CEP: 58.109-970 Campina Grande-Pb
E-mail: helvecio, antao, jacques@dsc.ufpb.br

Suzana Q. Ramos Teixeira

Departamento de Estatística e Computação
Universidade Estadual do Ceará
Av. Paranjana, 1700 CEP: 60740-000 Fortaleza-CE
E-mail: suzana@fortal.uece.br

RESUMO

Neste trabalho, apresentamos os principais aspectos relacionados com os sistemas de correio eletrônico em ambientes distribuídos. Inicialmente, analisamos a funcionalidade e a arquitetura básica para sistemas de correio eletrônico, incluindo todos os seus componentes. Em seguida, enfocamos o SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), considerado o padrão "de facto" para protocolos de correio eletrônico. Por fim, apresentamos os dois conjuntos de especificações do modelo Internet propostos para estender a interoperabilidade dos sistemas de correio eletrônico.

ABSTRACT

In this paper, we present the most important aspects related to electronic mail systems for distributed environments. First, we analyze the functionality and the basic architecture for electronic mail systems, including all its components. Next, we deal with the standard SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), which is considered the "de facto" standard for electronic mail protocols. Finally, we present two sets of specifications for the Internet model, proposed for extending the interoperability of electronic mail systems.

1. Introdução

Os **Sistemas de Correio Eletrônico** ([Qua90] [Eng94a] [ES93] [ES94] [Hal93b] [HM91] [Com91a] [Com93a] [PA92] [Tei95]) configuram-se como uma ferramenta crucial para os negócios de muitas organizações, constituindo-se como uma tecnologia trivialmente empregada nos dias de hoje. A comunicação envolvida nestes sistemas trata muito mais do que a simples troca de mensagens entre amigos, abrangendo aplicações para atender a pedidos de compras, ordens de pagamento, transferências bancárias, e outros tipos de trocas de documentos administrativos, que substituem os documentos equivalentes em papel. Os sistemas de correio eletrônico quebram a tirania do tempo, movendo mensagens por longas distâncias, armazenando-as e passando-as adiante para a pessoa devida quando esta estiver apta para recebê-las.

[1] O trabalho deste autor foi realizado através do Mestrado em Informática da UFPb.

Os sistemas de correio eletrônico surgiram em meados dos anos sessenta baseados em sistemas de computadores com sistemas operacionais de compartilhamento de tempo. Naquela época, começaram a proliferar terminais pelos diversos departamentos das organizações. Os primeiros sistemas foram escritos por acaso, a partir de projetos de final de semana de um ou dois programadores ansiosos por solucionar problemas locais. Tais sistemas não apresentavam nenhuma uniformidade [ES93]. A substituição de memorandos em papel por uma versão eletrônica dos mesmos era a idéia motivadora. Assim, as primeiras versões de sistemas de correio eletrônico apresentavam uma desvantagem crucial: enquanto memorandos escritos em papel podiam ser enviados para qualquer pessoa, as mensagens de correio eletrônico ficavam limitadas aqueles empregados que estivessem conectados ao computador central através de um terminal.

Quando em 1969 o governo americano deu início à ARPANET [Qua90], pesquisadores em universidades e outros locais passaram a trocar dados eletronicamente uns com os outros. O sistema de correio eletrônico passou rapidamente a ser usado de diversas formas, permitindo também a transferência de outros tipos de informações, como por exemplo programas executáveis e arquivos de dados.

Com a proliferação de estações Unix e de microcomputadores conectados em redes locais, a possibilidade de grandes organizações utilizarem sistemas de correio eletrônico para facilitar a comunicação entre seus empregados foi sensivelmente incrementada. Atualmente, os sistemas de correio eletrônico estão disponíveis para milhões de pessoas em todo o mundo, e mensagens são freqüentemente trocadas entre diversas plataformas operacionais de diferentes organizações. No entanto, um dos maiores problemas com sistemas de correio eletrônico é exatamente a falta de compatibilidade entre os diversos sistemas disponíveis.

Os dois grandes fornecedores de padrões para sistemas de correio eletrônico [Gra91] são a ISO/ITU-T (*International Standards Organization/International Telecommunications Union - Telecommunications*) com o protocolo **X.400** ([HM91] [Hal93b] [VN90b] [Bla91]) e a Internet com o protocolo ***SMTP*** *(Simple Mail Transfer Protocol*) ([FA94] [HM91] [Com91a] [Com93a] [Hal93b] [Qua90]).

Neste artigo, nosso objetivo é enfocarmos, particularmente, as características e a arquitetura básica do padrão da Internet, o SMTP.

2. Arquitetura Básica para os Sistemas de Correio Eletrônico

Os sistemas de correio eletrônico constituem serviços da camada de aplicação, e sua popularidade deve-se ao fato de oferecerem mecanismos de transferência de informações de maneira muito conveniente. Nos protocolos de redes mais simples, os pacotes contendo mensagens de correio são enviados para o destinatário, e no caso de não serem retornados avisos de recebimento ("*acknowledgements*"), são utilizados mecanismos de temporização ("*time out*") e retransmissão para segmentos individuais. Por outro lado, nos protocolos para correio-eletrônico, o sistema deve fornecer os meios que irão garantir a independência de falhas em conexões da rede ou a independência da necessidade explícita de que uma máquina remota esteja conectada. Um usuário de um sistema de correio eletrônico não pode esperar que uma estação remota esteja disponível para continuar o seu trabalho, nem pode aceitar que a aplicação aborte simplesmente porque a comunicação com a máquina remota está

temporariamente interrompida. Desta forma, surge a necessidade de se poder tratar entregas de mensagens "postergadas".

Para viabilizar a entrega de mensagens postegardas, os sistemas de correio eletrônico utilizam uma técnica de "*spooling*". Quando um usuário envia uma mensagem de correio-eletrônico, o sistema armazena uma cópia desta mensagem em uma área de armazenamento privada, chamada de *área de spool* ou *fila de spool*, juntamente com a identificação do remetente, do destinatário, da máquina destinatária, e da data e da hora em que o envio da mensagem foi requisitado. As áreas de *spool* são duas: a *área de mensagens de entrada* para mensagens recebidas de remetentes remotos; e a *área de mensagens de saída* para mensagens enviadas para destinatários remotos. Depois de armazenada a mensagem na área de *spool*, o sistema inicia a transferência da mesma para a máquina remota, através de um processo rodando na retaguarda ("*background*"), de forma a permitir que o remetente continue com suas atividades normais de uso do computador. O recebimento da mensagem ocorre da mesma maneira. Assim, tudo que o usuário precisa é executar uma interface para depositar ou receber mensagens da área de *spool*. Todas as transferências são tratadas por processos rodando na retaguarda. A figura 1 ilustra os componentes de um sistema de correio-eletrônico.

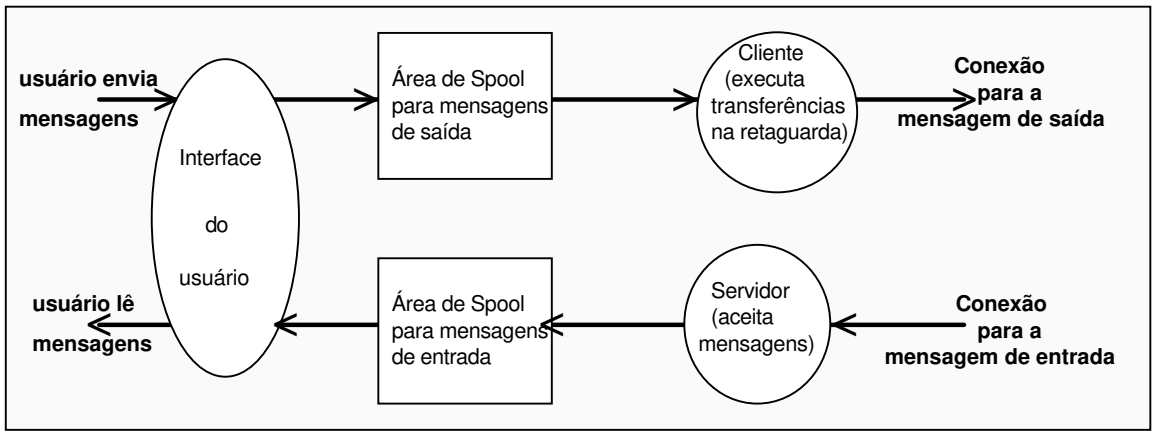

Figura 1. Componentes de um sistema de correio eletrônico

O modelo empregado pelos sistemas de correio eletrônico segue o *paradigma cliente/servidor* [Cas93] para desenvolvimento de aplicações distribuídas. O processo que cuida da transferência de mensagens, que roda na retaguarda, é chamado de processo cliente. Ele mapeia a máquina destinatária por meio de um endereço de rede e estabelece uma conexão com o processo servidor de mensagens na máquina destinatária. Se a conexão tiver sucesso, o processo de transferência passa uma cópia da mensagem para o servidor remoto, o qual irá armazenar esta cópia na sua área de *spool*. Quando cliente e servidor concordam com o fato da cópia ter sido transferida e armazenada, o cliente remove a cópia local de sua área de *spool*.

Caso a conexão não possa ser estabelecida, ou ocorra uma falha em uma conexão que tenha sido previamente estabelecida, o processo de transferência cuida de anotar a hora em que ele tentou a entrega e a seguir termina sua execução. O processo de transferência da retaguarda vasculha temporariamente a área de *spool* em busca de mensagens não despachadas. Quando as encontras, ou sempre que uma nova mensagem é depositada na área de *spool*, ele tenta despachá-las para seu destinatário. Se o software detecta que não consegue

enviar uma mensagem após um longo período de tentativas (por exemplo, 3 dias), ele então envia uma mensagem de erro para o remetente.

Existem três aspectos importantes na arquitetura de um sistema de correio eletrônico que merecem ser destacados. A seguir abordamos cada um deles:

- os usuários especificam os destinatários por meio de dois parâmetros que especificam o nome da máquina destinatária e um endereço de caixa postal nesta máquina [FA94];
- os nomes usados nestas especificações são independentes de outros nomes assinalados para outras máquinas na rede. Geralmente, os endereços de caixas postais são os mesmos usados para a identificação de *login* dos usuários em cada máquina, e os nomes das máquinas destinatárias são os mesmos definidos para os domínios da rede para estas máquinas, porém não de maneira obrigatória. É possível que se assinale o identificador chefe-de-departamento para uma caixa postal, a qual irá referenciar quem quer que seja o chefe do departamento em um determinado momento. É necessário, portanto, que exista um servidor de nomes (ou de diretórios) que suporte uma base de dados e uma linguagem de consulta para tratar os endereços destinatários, tornando possível que se separem os nomes de destinos para correspondências eletrônicas dos nomes usuais de domínios usados para identificar os nós de uma rede; e
- o modelo apresentado na figura 1 é muito simples, e não leva em consideração a forma de tratar mensagens, ou a maneira de como passá-las adiante, o que inclui mensagens enviadas de um mesmo usuário para outro na mesma máquina, e mensagens que chegam em uma máquina e devem ser passadas adiante para outras. Para tratar estes casos, existem algoritmos específicos para a expansão de apelidos ("*aliases*") e para a conexão ("*mail forwarding*") de mensagens, os quais veremos na seção seguinte.

2.1 A Expansão de Apelidos e a Conexão de Mensagens

A maioria dos sistemas fornece software para conexão de mensagens que inclui um mecanismo de expansão de apelidos de correspondências. Um software para conexão de mensagens permite que o sítio local mapeie identificadores usados em endereços de mensagens para novos endereços (um ou mais). Geralmente, após a preparação de uma mensagem, e a identificação do destinatário ser estabelecida, o programa para interface de mensagens consulta os apelidos locais para substituir o nome do destinatário pelo nome que foi mapeado, antes de passar a mensagem para o processo de transferência na retaguarda. Destinatários que não tenham sido mapeados (não possuem apelidos) não são alterados. Similarmente, o sistema de correio eletrônico usado irá utilizar os apelidos para mapear nomes de destinatários locais para mensagens recebidas de remetentes remotos.

O uso de apelidos aumenta significativamente a funcionalidade e conveniência dos sistemas de correio-eletrônico. Em termos matemáticos, os mapeamentos de apelidos podem ser relações do tipo um-para-muitos ou muitos-para-um. Por exemplo, o sistema de apelidos permite que um indivíduo em uma organização possua múltiplos identificadores para correspondências eletrônicas, incluindo posições, abreviações, e outros, pelo mapeamento de um conjunto de identificadores para uma única pessoa. O sistema também permite que um sítio associe grupos de destinatários por meio de um único identificador. O uso de apelidos para permitir que se mapeie um usuário em um grupo de usuários torna possível o estabelecimento

de um expansor de correspondências ("*mail exploder*") [HM91], o qual recebe uma mensagem de entrada e a envia para um conjunto de outros destinatários. Este conjunto de destinatários associado com um único identificador é chamado de *lista de correspondências eletrônicas* [Com91a]. Os destinatários em uma lista não precisam ser necessariamente endereços locais. Apesar de incomum, é possível que exista uma lista de correspondências em um sítio Q, onde nenhum dos destinatários nesta lista estejam alocados neste sítio. A expansão de um apelido de correspondência em um grande conjunto de destinatários é uma técnica muito popular e largamente utilizada. A figura 2 [Com91a] ilustra os componentes de um sistema de correio eletrônico que suporta apelidos de correspondência e expansão de listas.

Tanto mensagens de entrada quanto de saída passam pelo mecanismo de expansão de apelidos. Assim, se a base de dados de apelidos especificar que o endereço de correspondência x tem uma entrada no mapa correspondente a y, o mecanismo de expansão de apelidos irá regravar o endereço destinatário x, substituindo-o por y. O programa de expansão de apelidos irá em seguida verificar se y especifica um endereço local ou remoto, o que permitirá que se determine em qual das filas de mensagens (fila de entrada ou fila de saída) a correspondência deverá ser armazenada (é claro que se for especificado um endereço remoto, deseja-se enviar esta mensagem para este endereço remoto, e não recebê-la localmente).

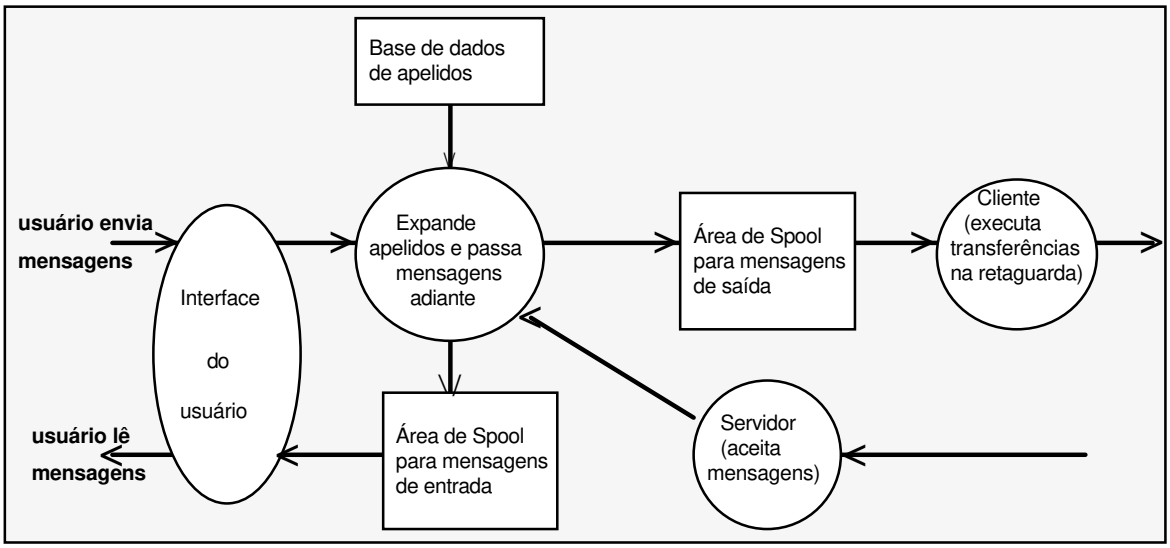

Figura 2. Um sistema de correio eletrônico completo

A expansão de apelidos pode ser muito perigosa. Suponhamos que dois sítios estabeleçam apelidos conflitantes. Por exemplo, assuma que o sítio *S1* irá mapear o endereço *estação123* como o endereço *estaçãoBD* no sítio *S2*. Assuma também que o sítio *S2* irá mapear o endereço *estaçãoBD* como o endereço *estação123* no sítio *S1*. Uma mensagem enviada para o endereço *estação123* no sítio *S1* irá ficar sendo enviada de um sítio para o outro em "*loop*". De maneira similar, se o gerente da rede no sítio *S1* mapear acidentalmente a identificação de *login* de um dos usuários neste sítio, para um endereço em outro sítio, este usuário simplesmente não receberá mensagens de correio-eletrônico. A correspondência será passada para outro usuário, ou se o apelido especificar um endereço inválido, os remetentes irão receber mensagens de erro.

3. Simple Mail Transfer Protocol - SMTP

O padrão Internet para correio-eletrônico é um protocolo simples, orientado a textos e projetado para transferir mensagens de maneira confiável e eficiente, chamado **SMTP** (*Simple Mail Transfer Protocol*) ([FA94] [HM91] [Com91a] [Com93a] [Hal93b] [Qua90]). O SMTP constitui-se como um protocolo puro da camada de aplicação, e não se preocupa com os serviços de transporte que o suportam. Pode-se usar uma conexão TCP, ou simplesmente um canal com um mecanismo qualquer para a comunicação entre processos (dependendo, logicamente, da comunicação basear-se em redes locais ou em redes de longo alcance).

Cada parte de uma correspondência eletrônica é enviada após uma negociação inicial a respeito de quem é o emissor original, e de quem será o recebedor. Quando um processo servidor SMTP concorda em aceitar uma correspondência para um recebedor em particular, ele assume também a responsabilidade de enviar a correspondência para o usuário, se ele for local, ou de passá-la adiante, se o usuário for remoto. No caminho percorrido por uma mensagem que trafega na rede, um caminho reverso é também executado, tornando possível que se notifique ao emissor original a respeito de possíveis falhas.

O SMTP gerencia a transferência de correspondências eletrônicas entre um computador na rede e outro que utilize um sistema de correio eletrônico diferente da versão usada localmente. Ele não é responsável por aceitar correspondências de usuários locais, nem por distribuir as correspondências recebidas para os destinatários adequados. Estas são responsabilidades do sistema de correio-eletrônico local.

Como o SMTP interage com o sistema de correio-eletrônico local e não diretamente com o usuário, ele fica mascarado de todas as transferências que sejam locais àquela máquina onde está rodando o processo cliente. Somente quando uma correspondência é para ser enviada para outras máquinas, ou quando uma mensagem é recebida de uma máquina remota, então o SMTP é escalonado para rodar.

Para enviar uma correspondência eletrônica, o cliente SMTP certifica-se primeiramente do endereço IP do computador destinatário através do serviço de diretórios **DNS** (*Domain Name System*), e em seguida utiliza este endereço, juntamente com a *porta bem conhecida* do SMTP (porta 25), para poder iniciar o estabelecimento da conexão de transporte com o servidor SMTP no computador destinatário. Depois de estabelecida a conexão, o cliente inicia a transferência da correspondência para o servidor.

É interessante observar que, na prática, nem sempre os computadores que estão trocando correspondências eletrônicas estão utilizando o protocolo SMTP. Muitos outros protocolos de correio eletrônico são usados pelas redes. Para que se viabilize a troca de correspondências eletrônicas com outros sistemas de correio eletrônico, é necessário que se utilize um "*gateway de correio-eletrônico*". Um exemplo é um gateway TCP/IP-para-OSI, onde correspondências recebidas usando uma porta SMTP em uma sub-rede são passadas adiante usando o MOTIS ([HM91] [Gra91]), o protocolo de correio eletrônico da ISO, para uma porta de outra sub-rede.

O poder do SMTP reside na excelente infra-estrutura de suporte da Internet. É um protocolo que, apesar de bastante difundido e já estabelecido, mostra-se fora de seu tempo. Por exemplo, os formatos de mensagens, incluindo seus endereços, devem ser representados

por bytes de sete bits, na forma de textos ASCII. Mensagens não-texto, como voz, fax, imagens, **EDI** *(Electronic Data Interchange)* e código binário exigem bytes de oito bits, de tal forma que estas mensagens devem ser codificadas de alguma maneira em bytes de sete bits para poderem trafegar via SMTP. No entanto, apesar de seus problemas, o SMTP é o padrão "*de facto*" para protocolos de correio-eletrônico, devido à infra-estrutura da Internet e a seus serviços de suporte (como por exemplo, sistemas de diretórios, auxílio para problemas de endereçamento, e uma vasta gama de sistemas de correio eletrônico disponíveis).

O principal objetivo do modelo de interconexão de redes de computadores baseadas em TCP/IP é a busca pela interoperabilidade entre os mais diversos sistemas [Mal92b]. Para estender a interoperabilidade de seus serviços de correio-eletrônico, o TCP/IP divide seu protocolo para serviços de correio eletrônico em dois conjuntos de especificações. O primeiro destes conjuntos e especificações define o formato para mensagens de correio-eletrônico. Esta definição é conhecida como "RFC822: Standard for the Format of ARPA-Internet Text Messages" ([Ham93] [MR88b]), e representa um requisito para comentários do processo de padronização da **IETF** (*Internet Engineering Task Force*), que é o comitê especial que define os padrões do TCP/IP. O segundo conjunto de especificações contém os detalhes para a troca eletrônica de correspondências entre dois sistemas de computadores. A vantagem em dividir-se as especificações é a possibilidade de serem construídos *gateways* que interconectem as inter-redes TCP/IP com outros sistemas de correio eletrônico de fornecedores de soluções proprietárias, porém, com o uso dos mesmos formatos de mensagens.

3.1 O formato de mensagens da RFC822

Uma correspondência eletrônica, em qualquer que seja o sistema usado, é sempre dividida em duas partes: um cabeçalho e um corpo, separados por uma, e somente uma, linha em branco. A RFC822 especifica o formato exato para os cabeçalhos de mensagens, assim como a interpretação semântica para cada um de seus campos; o corpo da mensagem é definido pelo remetente. Apresentamos, na figura, 3 um exemplo de mensagem.

A especificação define que os cabeçalhos devem conter um texto passível de ser lido, dividido em linhas que consistem de uma palavra-chave seguida de dois-pontos e um valor. Algumas palavras-chave são obrigatórias, enquanto que outras são opcionais, e se outras ainda aparecerem (que não sejam aquelas opcionais ou obrigatórias), simplesmente não serão interpretadas. Por exemplo, o cabeçalho deve conter uma linha que especifique um destinatário. A linha que começa com To: contém o endereço de correio eletrônico para o destinatário desejado. A linha que começa com From: contém o endereço de correio eletrônico do remetente. Opcionalmente, o remetente pode indicar endereços para os quais cópias devem ser enviadas, por meio do uso da palavra-chave Cc:. Na Internet, os endereços possuem uma sintaxe muito simples e fácil de ser lembrada. O formato é o seguinte:

parte-local@nome-do-domínio

From: helvecio@dsc.ufpb.br
To: brasileiro@dsc.ncu.uk
Cc: jacques@dsc.ufpb.br
suzana@dc.uece.br
Subject: Nova Referencia Bibliografica
Date: Mon, 13 August 95 15:13:38
Prezado Brasileiro,

Recebi a bibliografia que você enviou-me a respeito das novas implementações dos algoritmos de controle de concorrência em ambientes distribuídos. Achei particularmente importante a nova abordagem dada aos algoritmos de serialização com rótulos de tempo, principalmente o novo enfoque para o protocolo de commit com duas fase (2PC). Agradeço-lhe a atenção, estamos aguardando o seu retorno para breve.

Um abraço, Helvécio

Figura 3. Exemplo de uma mensagem de correio eletrônico

Onde o nome-do-domínio é o nome do domínio de uma máquina destinatária de correio eletrônico para onde a mensagem deve ser enviada, e parte-local é o endereço de uma caixa-postal nesta máquina. Por exemplo, na Internet o endereço eletrônico do autor é o seguinte:

helvecio@dsc.ufpb.br

O formato para o cabeçalho das mensagens foi escolhido de forma a tornar mais fácil o processamento e o transporte destas mensagens por redes heterogêneas. Mantendo-se um formato de cabeçalho padronizado, permite-se que ele seja usado em uma grande variedade de sistemas (incluindo os computadores pessoais).

3.2 As especificações para a troca de mensagens - SMTP

O SMTP especifica um padrão para a troca de correspondências eletrônicas de um sistema de correio eletrônico em um computador hospedeiro para outro. O padrão define o formato exato para as mensagens que um cliente em uma máquina deve utilizar para transferir mensagens para um servidor em outra máquina. O protocolo SMTP enfoca particularmente como o sistema de correio eletrônico que está sendo usado envia as mensagens através de uma conexão estabelecida entre dois computadores hospedeiros em uma rede. Ele não especifica detalhes de como o sistema de correio eletrônico efetua o recebimento das mensagens de um usuário, ou de como as mensagens de entrada são apresentadas. Além do mais, o SMTP não se preocupa com a localização onde as mensagens serão armazenadas, nem com a freqüência das tentativas de retransmissão. Em outras palavras, o SMTP não é responsável por aceitar mensagens de usuários locais, nem pela distribuição de mensagens recebidas para seus destinatários. Todas estas são responsabilidades do sistema de correio-eletrônico. O interrelacionamento entre o SMTP e o sistema de correio eletrônico local está mostrado na figura 4 [Hal93b].

Como o SMTP interage com o sistema de correio eletrônico e não com o usuário diretamente, ele fica à parte de quaisquer transferências que sejam locais para uma determinada máquina. Somente quando uma mensagem deve ser transferida para uma máquina diferente, ou quando uma mensagem é recebida de uma máquina remota, é que o SMTP é escalonado para rodar. As filas de entrada e saída existem entre o sistema de correio eletrônico local, chamado de sistema de correio eletrônico nativo, e as partes cliente e servidor do SMTP. O cliente está ligado com a inicialização da transferência de mensagens de correio eletrônico para outros sistemas, enquanto o servidor cuida do recebimento de mensagens que chegam de sistemas remotos.

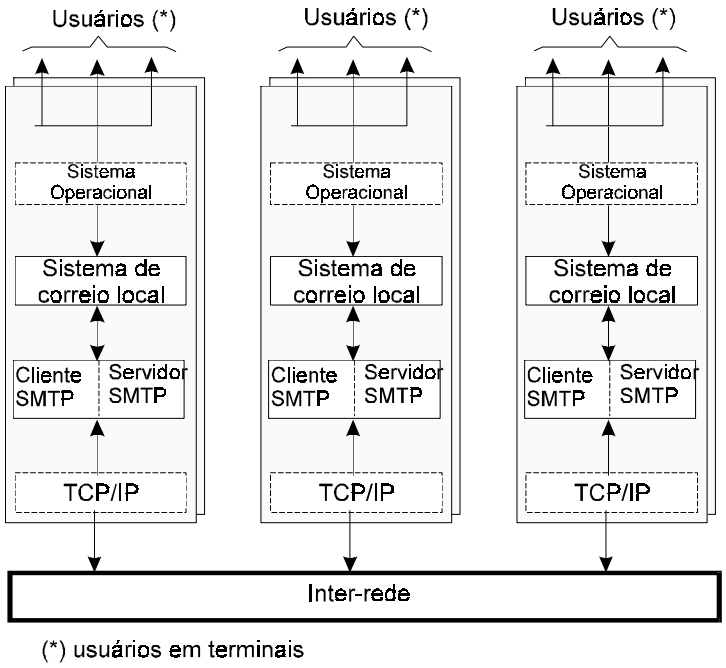

Figura 4. O esquema do sistema de correio eletrônico local

O SMTP é surpreendentemente simples. A comunicação entre um cliente e um servidor consiste de texto que se pode ler. Isto é, apesar das definições rígidas para os formatos de comandos, uma pessoa consegue ler facilmente a transcrição de interações entre um cliente e um servidor. Vejamos a seguir um exemplo de uso do SMTP: o usuário helvecio no host dsc.ufpb.br envia uma mensagem para os usuários suzana, jacques e pascal na máquina dc.uece.br. O processo SMTP cliente na máquina dsc.ufpb.br contacta o servidor SMTP na máquina dc.uece.br e inicia a transferência mostrada na figura 5. As linhas que começam com "C:" são transmitidas pelo cliente, enquanto as linhas que começam com "S:" são transmitidas pelo servidor. No exemplo, a máquina dc.uece.br não reconhece o destinatário jacques.

Vejamos então como tudo acontece passo a passo. Para enviar uma correspondência eletrônica, primeiramente o cliente SMTP irá buscar o endereço IP do computador hospedeiro destinatário no servidor de diretórios DNS, e utiliza este endereço juntamente com o endereço de porta bem conhecida SMTP(25) para iniciar o estabelecimento de uma conexão de transporte com o servidor SMTP no computador hospedeiro destinatário. Desde que a conexão tenha sido estabelecida, o cliente inicia a transferência da mensagem em espera para o servidor.

A transferência das mensagens de correio eletrônico envolve a troca de pacotes especiais **PDU's** (*Protocol Data Units*) SMTP conhecidos por comandos. Todos os comandos consistem de cadeias de caracteres ASCII e podem ser um valor numérico de três dígitos (por exemplo, 220, 250, 354, etc) ou um texto ou ambos. Eles são transferidos pela conexão de transporte estabelecida por meio das primitivas do TCP SEND e DELIVER. A seqüência de troca de comandos está mostrada na figura 6 [Hal93b].

```
S:  220 dc.uece.br Simple Mail Transfer Service Ready
C:  HELO dsc.ufpb.br
S:  250 dc.uece.br
C:  MAIL FROM: <helvecio@dsc.ufpb.br>
S:  250 OK
C:  RCPT TO:<suzana@dc.uece.br>
S:  250 OK
C:  RCPT TO:<jacques@dc.uece.br>
S:  550 No such user here
C:  RCPT TO:<pascal@dc.uece.br>
S:  250 OK
C:  DATA
S:  354 Start mail input;end with
<CR><LF>.<CR><LF>
C:  .....corpo da mensagem a ser enviada .....
C:  ...continua com quantas linhas existirem na
mensagem
C:  <CR><LF>.<CR><LF>
S:  250 OK
C:  QUIT
S:  221 dc.uece.br Service closing transmission channel
```

Figura 5. Exemplo de uma transferência SMTP

Quando a conexão TCP é estabelecida, o servidor SMTP retorna o comando 220 de volta para o cliente para indicar que ele agora está pronto para receber as mensagens. O cliente responde com um comando HELO juntamente com a identificação da máquina cliente. Ao receber esta informação, o servidor responde com a identificação da máquina servidora que será usada para fazer o *log* da transação. O cliente, então, inicia o envio do cabeçalho da mensagem usando um comando MAIL seguido de uma linha FROM: deste cabeçalho. O comando de aviso de recebimento ("*acknowledgement*") é retornado pelo servidor. O cliente continua com um comando RCPT: seguido de uma linha TO: do cabeçalho. O comando 250 é novamente retornado pelo servidor como um aviso de recebimento ("*acknowledgement*"); linhas de cabeçalho adicionais são enviadas da mesma forma.

O início do conteúdo do corpo da mensagem é então indicado pelo cliente, por meio de um comando DATA. O servidor responde com um comando 354 e o cliente então prossegue o envio do conteúdo de sua correspondência eletrônica como uma seqüência de linhas terminadas por uma linha com um ponto único (<CR><LF>.<CR><LF>). O servidor indica o recebimento da última linha por meio de um comando 250. A fase de transferência é então

sinalizada pelo cliente por meio de um comando QUIT enviado para o servidor, que retorna um comando 221, após o qual a conexão é desfeita.

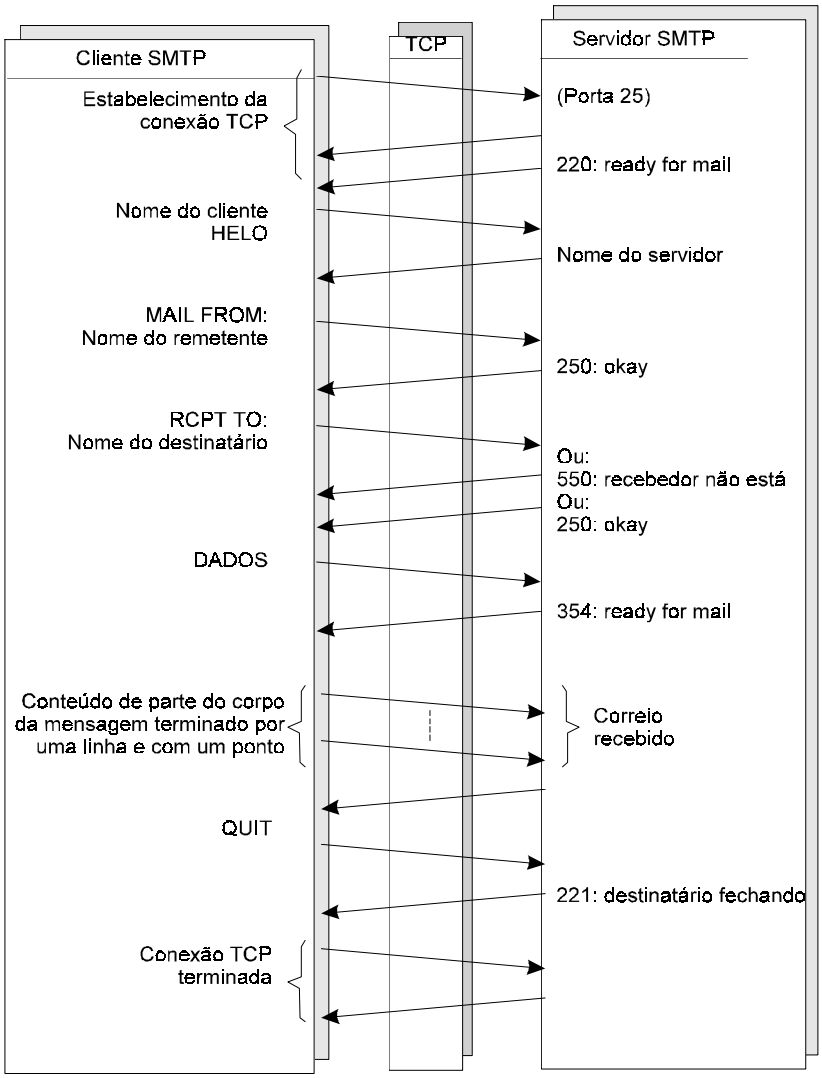

Figura 6. A seqüência de troca de comandos do protocolo SMTP

3.3 A Cooperação entre a Internet e a ISO/ITU-T

A cooperação entre a **IETF** (*Internet Engineering Task Force*) ([Qua90]) e a **ISO/ITU-T** ainda é muito tímida com relação aos padrões de correio-eletrônico, mas já começa a dar os primeiros passos. Para encorajar o uso e suporte do X.400 na Internet [Eng94a], um projeto na Universidade de Wisconsin, nos EUA, visa construir os sistemas de suporte básicos necessários (incluindo software para agentes/usuários, e serviços de diretórios) para tornar o uso de X.400 na Internet uma tarefa simples.

Por sua vez, o pessoal da Internet está trabalhando em uma especificação chamada *Multi-purpose Internet Mail Extension* (**MIME**) ([Eng94a] [Hal93b]), que irá permitir que o protocolo SMTP trate mensagens não-texto, de tal forma que usuários da Internet ou de serviços comerciais (MCI, AT&T) possam receber ou enviar mensagens não-texto sem precisarem se preocupar com o fato de onde esta mensagem tenha se originado ou por quantas redes intermediárias ela deva trafegar.

Apesar destes esforços, é pouco provável que haja uma solução de compatibilidade prática para os dois padrões. O fato é que a maioria dos usuários simplesmente não quer saber se suas mensagens usarão SMTP ou X.400. O que realmente importa é que suas mensagens sejam entregues. Atualmente somente mensagens tipo texto atendem a esta exigência. No futuro, será possível que gateways apropriados tornem possível o envio de mensagens não-texto entre SMTP e X.400, pela tradução das especificações para formatos binários sendo desenvolvidas pelo projeto X.400 da Internet ou pelas extensões MIME.

Realisticamente falando, X.400 é a direção do futuro. É bem possível que todas as soluções de gateways de correio eletrônico baseiem-se em backbones rodando o protocolo X.400. Porém devido à força do SMTP, a larga aceitação de X.400 como uma solução mundial ainda irá demorar um pouco, pelo menos até que ele se torne dominante nos EUA. Além do mais, se os projetos da Internet para preencher os vazios do seu protocolo tiverem sucesso, os dois padrões podem, eventualmente, coexistir [ES93].

4. Conclusão

Os sistemas de correio eletrôncio constituem-se como ferramentas indispensáveis para os modernos ambientes de computação distribuída, e estão entre os serviços mais largamente utilizados nestes ambientes. Como na maioria dos serviços disponibilizados em ambientes distribuídos, emprega-se o paradigma cliente/servidor, e diferentemente da maioria dos serviços da pilha de protocolos TCP/IP, os sistemas de correio eletrônico armazenam em *buffers* mensagens de entrada e saída, permitindo que a transferência destas mensagens entre clientes e servidores ocorra na retaguarda ("background"), enquanto os usuários podem executar outras tarefas concorrentemente. No entanto, um dos maiores problemas com sistemas de correio eletrônico é a falta de compatibilidade entre os diversos sistemas disponíveis. Para solucionar estas incompatibilidades foram desenvolvidos protocolos específicos para tratar as comunicações de correio eletrônico. Os dois grandes fornecedores de padrões para sistemas de correio eletrônico são a ISO/ITU-T com o protocolo X.400 e a Internet com o protocolo SMTP. O X.400 e o SMTP são considerados, respectivamente o padrão "de juri" e o padrão "de facto" para protocolos de correio eletrônico.

Neste trabalho, enfocamos o SMTP, que tem sido mais utilizado em todo o mundo devido à infra-estrutura disponibilizada através da Internet. Particularmente, apresentamos as especificações que definem o formato para mensagens de correio eletrônico, e os detalhes para a troca eletrônica de correspondências entre dois sistemas de computadores. O padrão para formato de mensagens, chamado RFC822, é fácil de ser entendido, e separa a mensagem em duas partes: um cabeçalho e um corpo. Por sua vez, o SMTP define como um sistema de correio em uma máquina transfere mensagens de correio para um servidor em outra máquina.

Referências

[Bla91] Uyless Black. *The X Series Recommendations: Protocols for Data Communication Networks.* McGraw-Hill, New York, NY, 1991.

[Cas93] Jerry Cashin. *Client/Server Technology: The New Direction in Computer Networking.* Computer Technologies Research, Charleston, SC, 1993.

[Com91a] Douglas E.Comer. Internetworking with TCP/IP Volume I: Principles, Protocols and Architecture. Prentice-Hall, Englewood-Cliffs, 2nd. edition, NJ, 1991.

[Com93a] Douglas E.Comer. *Internetworking with TCP/IP Volume III: Client/Server Programming and Applications.* Prentice-Hall, Englewood-Cliffs, NJ, 1993.

[Eng94a] Natalie Engler. Cross Platform E-Mail Promises the World. UnixWorld's Open Computing, 11(1):58-62, January 1994.

[ES93] H.Eglowstein and B.Smith. Multiplatform E-Mail. BYTE, 18(3):123-128, March 1993.

[ES94] Howard Eglowstein and Ben Smith. E-mail From Afar. BYTE, 19(5):122-132, May 1994.

[FA94] D.Frey and R.Adams. !@%#:A Directory of Electronic Mail Addressing and Networks. O' Reilly and Associates, Sebastopol, CA, 4th edition, 1994.

[Gra91] Pamela A.Gray. Open Systems: A Business Strategy for the 1990s. McGraw-Hill, Berkshire, England, 1991.

[Hal93b] Fred Halsall. Data Communications, Computer Networks and Open Systems. Addison-Wesley, Workingham, England, 3rd edition, 1993.

[HM91] Michaela Howard and Russel Meredith. Practical Open Systems for the 1990s: An Essential Guide for IS Managers. Eosys Ltd., United Kingdom,1991.

[Ham93] James Hamilton. Power Mail Handling for Unix Systems. Unix World, 10(11):66-76, November 1993.

[Mal92b] Carl Malamud. STACKS: Interoperability in Today's Computer Networks. Prentice-Ha11, Englewood-Cliffs, NJ, 1992.

[MR88b] K. McCloghrie and M. Rose. Structure and Identification of Mngt. Information for TCP/IP-based internets. *Request For Comments 1065,* aug, 1988.

[PA92] Tekla S. Perry and John A. Adler. E-MAIL: Pervasive and Persuasive. IEEE Spectrum, pages 22-33, October 1992.

[Qua90] John S. Quaterman. THE MATRIX: Computer Networks and Conferencing Systems Worldwide. Digital Press, 1990.

[Tei95] J Helvécio Teixeira Jr. *Compêndio de Computação Distribuída*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, junho de 95.

[VN90b] Steven J.Vaugham-Nichols. X.400: Standardizing E-Mail. BYTE, 15(13):341-344, December 1990.