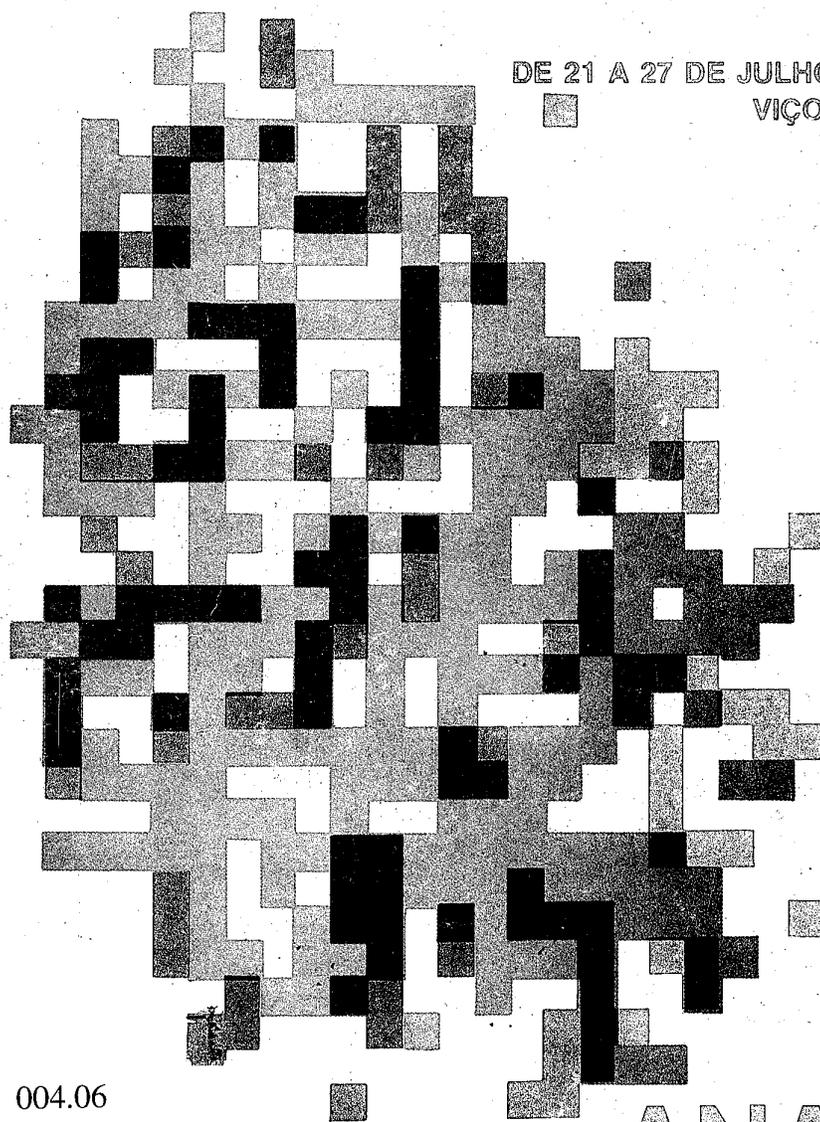


IV CONGRESSO

DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO

DE 21 A 27 DE JULHO DE 1984
VIÇOSA — MG



004.06
S471
1984
V.1

ANALIS
VOL. I

IV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO
VIÇOSA 21 a 27 de julho de 1984

ANAIS
VOLUME I

TRABALHOS APRESENTADOS
XI SEMINÁRIO INTEGRADO DE SOFTWARE E HARDWARE

EDITORES:
R.S. BIGONHA, L.J. BRAGA-FILHO, A.M. OLIVEIRA & C.E. RECH

PROMOÇÃO: SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV

PATROCÍNIO: CAPES CNPq CTI FINEP SEI

ALTERNATIVAS PARA INTERCONEXÃO DE REDES LOCAIS E REDES PÚBLICAS DO TIPO X.25

O.P. Coelho^{*} ; L.F.G. Soares^{**} ; C.H.C. Correia^{***} ; D.A. Menascê^{****}

SUMÁRIO

A comunicação de computadores interligados através de um conjunto de redes locais ou geograficamente distribuídas pode ser feita de diversas maneiras. Este trabalho apresenta e discute quatro arquiteturas possíveis para a interconexão de redes locais com redes públicas do tipo X.25, indicando a opção escolhida para a interligação REDPUC-RENAPAC.

ABSTRACT

There are several alternative ways of interconnecting computers through a set of computer communication networks. This paper presents and discusses four possible architectures for the interconnection of local area networks and X.25 based public data networks, indicating the alternative chosen for the interconnection between REDPUC-RENAPAC.

- * Engenheiro Eletricista (PUC/RJ-1982), Mestrando em Informática PUC/RJ; sistemas distribuídos e redes locais; Grupo de Redes da PUC/RJ; R. Marques de São Vicente 225, 22453 Rio de Janeiro, RJ .
- ** Engenheiro Eletricista (PUC/RJ-1976), Mestre em Engenharia Elétrica (PUC/RJ-1979) , D.Sc. em Informática (PUC/RJ-1983); sistemas distribuídos e redes de computadores ; Professor do Deptº Engenharia Elétrica da PUC/RJ.
- *** Engenheiro Eletricista (PUC/RJ-1980), Mestre em Engenharia Elétrica (PUC/RJ-1983) ; sistemas distribuídos e redes locais; Engenheiro do Grupo de Redes da PUC/RJ.
- **** Engenheiro Eletricista (PUC/RJ-1974), M.Sc. (PUC/RJ-1975), Ph.D (UCLA-1978); redes de computadores, avaliação de desempenho e bancos de dados; Professor Associado do Deptº Informática da PUC/RJ.

Este trabalho foi realizado com o apoio da EMBRATEL (Contrato C.DCD -002/82)

1 - INTRODUÇÃO

Entre as muitas motivações para a construção das redes de computadores encontram-se o compartilhamento de recursos (programas, dados, meio de comunicação, dispositivos, etc.) e as facilidades de intercomunicação. Ampliar ainda mais tais potencialidades é a função das denominadas "inter-redes" que permitem agrupar sistemas de computação de diversas redes via a interligação das mesmas.

De modo análogo à interligação via redes, um protocolo específico em nível inter-redes se faz necessário. A principal função deste protocolo é a de esconder as diferenças entre as várias redes por onde as mensagens devem passar, fornecendo uma visão unificada do sistema para os seus usuários. Tais funções, no entanto, podem entrar em conflito direto com a independência de cada rede (independência de protocolos, endereçamento e etc.) devido às particularidades das arquiteturas das redes disponíveis. Estas diferenças, embora mitigadas pela proposta de arquitetura ISO OSI, continuam, em nível inter-redes, bastante grandes, sendo ainda discutível o nível em que o protocolo inter-rede deva ser incluído.

Um exemplo típico da dificuldade mencionada é a interligação entre uma rede local com protocolo de acesso baseado em datagramas e uma rede pública com mecanismos complexos para controle de erro e fluxo. Este artigo visa aprofundar o estudo de tal conexão via a discussão das alternativas básicas encontradas para a interligação entre a rede local REDPUC [1,2] e a rede pública de pacotes RENPAC [3]. A seção 2 apresenta uma introdução ao tema inter-redes, abordando tanto os protocolos em si quanto os dispositivos responsáveis pela interligação: os "gateways". Na seção 3 são discutidos quatro modelos de interligação específicos para a REDPUC-RENPAC. A seção 4 apresenta as conclusões finais.

2 - INTER-REDES E "GATEWAYS"

2.1 - INTER-REDES

A idéia básica por detrás das inter-redes é a utilização das redes como um meio de transporte das mensagens, mensagens estas que além das informações a serem transportadas deverão conter dados adicionais específicos do protocolo inter-redes. Tais mensagens têm agora como destino intermediário uma outra rede e para isto devem utilizar-se de uma via especial para acesso: o "gateway". A função central do "gateway" é, portanto, a de receber pacotes (ou mensagens) a ele enviados de acordo com o protocolo local da rede a que está conectado, descobrir, segundo as informações contidas no protocolo inter-redes, o próximo destino (intermediário ou final) do campo de dados deste pacote e enviá-lo a tal destino segundo o protocolo local desta segunda rede (figura 1).

São vários os problemas a serem resolvidos no nível inter-redes. Endereçamento, roteamento, fragmentação e remontagem de pacotes, utilização dos serviços do nível imediatamente inferior, confiabilidade, gerenciamento de custos e reportagem de erros são exemplos de

alguns dos problemas envolvidos. Uma discussão mais aprofundada pode ser vista em [4 e 5]. Dois destes problemas têm influência direta na arquitetura dos "gateways": o serviço do nível imediatamente inferior utilizado e a confiabilidade desejada do próprio nível inter-redes. O primeiro está intimamente relacionado com seu lugar na hierarquia da arquitetura de protocolos. Situando-se imediatamente acima do nível de transporte, por exemplo, um número maior de serviços poderá ser oferecido pelo protocolo inter-redes se comparado a um situado imediatamente acima do nível de redes. Isto se deve ao fato do nível de transporte usualmente conter serviços mais sofisticados, podendo repassa-los ao nível inter-redes.

Os serviços utilizados pelo nível inter-redes podem ser divididos em dois grandes grupos: os baseados em circuitos virtuais e os em datagramas. No primeiro caso pode-se utilizar de circuitos virtuais de forma a garantir uma entrega de seus pacotes na sequência correta a cada "gateway" intermediário até o destino final do mesmo pacote. Isto traz como vantagens não apenas uma maior confiabilidade, como também permite o uso de protocolos inter-redes distintos, bastando para isto que os "gateways" se encarreguem de traduzi-los a cada passo [4]. No caso dos datagramas, a confiabilidade pode ser relaxada a cada passo do caminho, mas a confirmação, se requisitada, pode ser feita agora fim a fim. Neste caso, o "overhead" antes causado pela manutenção da sequência dos pacotes é diminuído, simplificando as funções dos "gateways" que podem vir a ser apenas "encapsuladores" de pacotes em quadros inter-redes [4].

2.2 - "GATEWAYS"

"Gateways", como já mencionado, têm a função de interligar duas ou mais redes distintas, adaptando ou convertendo protocolos de uma rede em outra. É comum classificá-los em dois tipos: "gateway" conversor de meio ("media conversion gateway") e "gateway" tradutor de protocolos ("protocol-translation gateway") [5]. O primeiro, mais simples, é bastante utilizado em inter-redes que oferecem o serviço de datagramas. Suas funções resumem-se em receber um pacote do nível inferior, tratar o cabeçalho inter-redes descobrindo o roteamento necessário, "encapsular" o pacote com novo cabeçalho inter-redes e enviá-lo ao próximo destino segundo o protocolo local da rede em que este se encontra.

O segundo tipo, normalmente utilizado em implementação de protocolos inter-redes com confirmações passo a passo [4], traduz o protocolo utilizado em uma rede (ou inter-rede) para o da rede seguinte. Esta tradução se faz via a reposição das mensagens recebidas de uma rede por mensagens diferentes que contenham a mesma semântica referente ao contexto do protocolo da rede fonte. Neste ponto torna-se importante ressaltar que nem todos protocolos podem ser mapeados entre si e o subconjunto formado pela interseção dos serviços comuns destes protocolos é o serviço que deverá ser utilizado como base para a interligação. Funções não existentes em determinadas redes poderão ser interpretadas pelo "gateway", o que pode aumentar em muito o custo da interligação.

Sendo a estrutura de ligação de um "gateway" conversor de meio independente a cada rede,

uma das interfaces associada às respectivas redes de "metade de gateway". Cada uma destas metades lembram em muito a estrutura requerida por um hospedeiro da inter-rede (ver figura 2), uma vez que também é comum a estes realizarem funções de roteamento, fragmentação e remontagem.

Em um "gateway" composto de duas ou mais "metades de gateway", cada uma delas contém uma tabela de roteamento com as rotas aos hospedeiros da rede a que liga, aos demais "gateways" desta rede e às outras "metades de gateways" a que está diretamente interligado (figura 3).

Numa implementação de um "gateway" tradutor de protocolos, cada "porção do gateway", que faz interface com sua respectiva rede, deve também se comunicar com um núcleo tradutor de protocolos (ver figura 4). Este será o responsável pela tradução e/ou possível interpretação de um protocolo em outro.

3 - ALTERNATIVAS PARA A INTERCONEXÃO REDPUC-RENPAC

A Rede Nacional de Pacotes-RENPAC é uma rede pública geograficamente distribuída que implementa o X.25 como protocolo de acesso. A especificação da interface X.25 e dos serviços oferecidos podem ser encontrados na referência [3]. Esta rede na sua versão inicial (prevista para fins de 1984) só possuirá o serviço de circuito virtual, ponto importante para definição da arquitetura do "gateway".

A REDPUC é uma rede local desenvolvida na PUC/RJ com protocolo de acesso baseado na passagem de permissão ("token passing") via uma barra global que oferece um nível de datagrama aos módulos a ela interligados. Embora já estejam definidos seus protocolos inter-rede e de transporte, algumas das definições foram contemporâneas à discussão aqui apresentada. Na arquitetura de protocolos da REDPUC, o nível inter-redes foi colocado entre o nível de acesso e o nível de transporte (ver figura 5). Esta definição se baseou na simplificação do "gateway" e do protocolo inter-redes em si, não cabendo aqui ser discutida [6]

Quatro alternativas de interconexão (via rede pública) entre redes serão aqui expostas e, para uma melhor comparação, serão apresentadas soluções para dois problemas (ver figura 6): (1) o da interligação entre um módulo da REDPUC e um hospedeiro da rede pública tendo como caminho intermediário obrigatório uma outra REDPUC, e (2) o da interligação de dois módulos de duas REDPUC's distintas tendo como caminho intermediário obrigatório uma terceira REDPUC e a rede pública.

3.1 - UM "GATEWAY" TRADUTOR DE PROTOCOLOS INTER-REDES PASSO A PASSO

Esta primeira alternativa supõe um protocolo inter-redes com confirmações

passo a passo simples ("ou complexo") o bastante para que o mapeamento com o nível 3 do X.25 possa ser realizado no "gateway" de ligação REDPUC-RENPAC. Embora o X.25 seja um protocolo em nível de redes, os serviços oferecidos são tantos que os hospedeiros da rede pública poderiam ter um protocolo inter-redes bastante simplificado. A ausência deste nível inter-redes não é possível pela necessidade de um endereçamento global, porém, as tarefas de fragmentação e confirmação poderiam ficar a cargo do X.25, utilizando assim todo seu potencial. A figura 7 apresenta como seria a arquitetura típica dos módulos da REDPUC, do "gateway" X.25 e dos hospedeiros da rede pública. Neste caso, o "gateway" REDPUC-RENPAC seria um "gateway de tradução". Sua complexidade estaria diretamente relacionada com a complexidade do mapeamento entre os dois protocolos inter-redes (o da REDPUC e o da RENPAC).

A mesma figura também mostra o número de circuitos virtuais individuais necessários para as interligações propostas como exemplo.

No caso do problema (1) tem-se, de forma simplificada, os seguintes passos:

- i) O nível de transporte do módulo pede que sejam enviados alguns pacotes para o hospedeiro da rede pública.
- ii) O nível inter-rede do módulo abre um canal (CV1) com o "gateway" REDPUC-REDPUC e inicia o envio dos pacotes.
- iii) O "gateway" REDPUC-REDPUC abre um canal (CV2) no nível inter-rede com o próximo destino: o "gateway" X.25 e, a partir deste momento, envia os pacotes.
- iv) O "gateway" X.25 abre um canal (CV3) com o hospedeiro destino como resultado da tradução dos pacotes inter-redes recém chegados e envia os pacotes ao seu destino final, segundo o novo protocolo inter-redes.
- v) O protocolo inter-redes do hospedeiro, que se utilizou do X.25 para o recebimento dos pacotes, os envia ao nível de transporte conforme desejado, concluindo assim a interligação.

No caso do problema (2), o passo v) seria substituído pela "retradução" do protocolo inter-rede da rede pública para o protocolo da rede local feito por mais um "gateway" X.25. Este entregaria os pacotes ao módulo de destino que, por sua vez, os entregaria ao destino final: o nível de transporte.

3.2 - UM SERVIDOR X.25

Neste modelo, um "gateway" X.25 deve ser visto como um módulo especial da inter-rede que oferece como serviço o acesso a rede pública via um protocolo especial que reflete, de modo simplificado, os serviços do X.25. Assim, por exemplo, se um processo da rede local (ou da inter-rede) quiser se comunicar via a rede pública, ele deve pedir ao "gateway" para abrir uma conexão, para transmitir seus dados e assim por diante. O "gateway" é portanto um intermediário da interligação, partilhando os serviços do X.25 entre os usuários, e

diminuindo também o nível de processamento de um módulo da REDPUC se comparado com a necessidade da implementação completa do X.25 no próprio módulo.

De forma análoga, um hospedeiro da rede pública quando quiser pacotes a REDPUC deverá utilizar-se de um protocolo especial com o "gateway", além do X.25, para que este possa saber rotear os quadros. A figura 8 mostra a arquitetura típica de um hospedeiro e dos "gateways".

A vantagem deste modelo é que um protocolo inter-rede baseado em datagramas pode ser usado nas redes locais diminuindo o "overhead" de um datagrama passo a passo. Agora, existirá um controle de fluxo e erro fim-a-fim entre os módulos e "servidores X.25" além dos obrigatórios nas redes públicas.

No caso da interligação com o hospedeiro (problema (1)) os principais passos seriam (ver figura 8):

- i) O nível de transporte do módulo da REDPUC entrega seus pacotes ao Nível de Comunicação com o Servidor X.25 (NCS).
- ii) O NCS envia um pedido destinado ao servidor para que um canal com o hospedeiro de destino seja aberto. Este pedido é enviado ao nível logo abaixo, isto é, ao protocolo inter-redes.
- iii) O nível inter-redes descobre que tal pacote tem como destino intermediário o "gateway" REDPUC-REDPUC.
- iv) O "gateway" REDPUC-REDPUC da sequência ao datagrama enviando-o ao "gateway" X.25.
- v) O "gateway" X.25 recebe o pedido e envia um "call request" seguindo as ordens do módulo fonte.
- vi e demais) O hospedeiro responde com um "call accepted" e o "gateway" X.25 comunica a aceitação ao NCS do módulo fonte. A partir daí os pacotes são enviados até que o NCS envie um pedido de desconexão para o servidor, ou este receba um "clear request" e indique este acontecimento ao NCS.

No caso do problema (2) a conexão fica mais complexa. Isto se deve a necessidade do módulo fonte ter de controlar dois servidores e não mais apenas um. Além de tudo estes dois servidores não oferecem as mesmas interfaces com o módulo fonte, complicando mais o problema. O módulo fonte terá que ordenar que o primeiro servidor abra um canal X.25 para então mandar o 2º servidor avisar o destino final que ele quer se comunicar, o que é extremamente complexo.

3.3 - UM INTERPRETADOR A NÍVEL DE TRANSPORTE

Este terceiro modelo propõe a utilização de um nível de transporte único para a troca de mensagens que utilizem como via de acesso o "gateway" X.25. Uma vez aceita esta restrição, é fácil pensar num "gateway", que ao receber os datagramas inter-redes com direção à rede pública, os desencapsule, analise os campos de controle à nível de transporte e, a partir

destes dados, gerencie os canais X.25 a serem utilizados por este conjunto de mensagens. Assim, por exemplo, se esta mensagem contém um pedido de conexão no nível de transporte, o "gateway" saberá que um canal com o hospedeiro de destino (indicado pelo campo de endereço ao nível de inter-redes) deve ser aberto. Já existindo um canal aberto, um peso maior deve ser dado a ele. Caso este canal esteja sobrecarregado, outro canal virtual pode ser aberto para o mesmo hospedeiro.

Esta possibilidade de interpretar algumas mensagens do nível de transporte permite um melhor gerenciamento dos canais virtuais do X.25, deixando transparente ao usuário a utilização da rede pública. Em contrapartida ele gera uma dependência com o nível de transporte utilizado (mapeamento de canais).

A seqüência dos passos para a solução do problema(1) ficaria (ver figura 9):

- i) O nível de transporte pede ao nível inter-redes que envie um pacote que contenha um pedido de conexão com um processo residente num hospedeiro.
- ii) O nível inter-redes faz o roteamento para o "gateway" REDPUC-REDPUC.
- iii) O "gateway" REDPUC-REDPUC faz novo roteamento ao "gateway" X.25
- iv) O "gateway" X.25 identifica o hospedeiro de destino e, pesquisando no pacote em nível de transporte, verifica que é um pedido de conexão.
- v) O "gateway" X.25 verifica em sua tabela se possui algum canal aberto com o hospedeiro de destino e, caso não possua (ou este canal já tenha uma grande utilização), um novo canal é aberto. Caso já possua um canal pronto para utilização, o pacote é encapsulado com o nível inter-redes e enviado por este canal ao seu destino final.
- iv) O hospedeiro recebe de seu nível X.25 o pacote inter-redes e reconhece como destino final seu nível de transporte.

Os pacotes de dados e desconexão em nível de transporte seguem o mesmo caminho da conexão. É o pacote de desconexão o responsável pela informação ao "gateway" da liberação do recurso canal virtual X.25

Os passos para resolução do problema (2) ficariam:

- i,ii e iii) idênticos ao do problema (1)
- iv) o "gateway" X.25 identifica o outro "gateway" X.25 como destino intermediário e, pesquisando o pacote no nível de transporte verifica que é um pedido de conexão.
- v) Idêntico ao do problema(1)
- vi) O "gateway" X.25 de destino recebe do seu protocolo X.25 o datagrama inter-redes e verifica que o módulo de destino tem a rota em sua outra metade (rede local)
- vii) O "gateway" X.25 "reencapsula" os dados do pacote inter-redes recebido e o envia ao módulo final de destino.
- viii) O módulo de destino recebe o datagrama inter-redes e seu protocolo inter-redes entrega o campo de dados ao nível de transporte.

3.4 - UM "GATEWAY" ENCAPSULADOR DE DATAGRAMAS EM PACOTES X.25

Este modelo é bastante parecido com o anterior uma vez que aquele também "encapsulava" os pacotes inter-redes no X.25, não fazendo nada mais do que utilizar-se de informações do nível de transporte para gerenciar os circuitos virtuais da rede pública. O que se pretende agora é liberar o gerenciamento da sua dependência com o nível de transporte e fazê-lo dependente apenas das informações contidas no cabeçalho em nível inter-redes, isto é, abertura e fechamento de canais X.25 não têm relação com as conexões de transporte e é função apenas dos dados contidos no protocolo inter-redes.

A filosofia básica é a da simulação por parte do "gateway" X.25 de um datagrama. Esta simulação deve ser feita pelo gerente do "gateway" de forma a melhor utilizar os seus canais, fazendo uso apenas das informações contidas em campos específicos do protocolo inter-redes para este fim. Dois possíveis exemplos destes campos são os que determinam o "tipo" do protocolo de nível superior (como o IP da ARPA e no PUP [7 e 8]) e o "flag" indicando futuro envio de mais pacotes (como no PUP). O gerente do "gateway" teria, assim, um conjunto de canais virtuais X.25 que poderiam ser abertos e fechados de acordo com as necessidades, utilizando-se de algum método como política de gerenciamento, por exemplo o LRU ("Least Recently Used").

As soluções dos problemas (1) e (2) de interconexão são idênticas ao item 3.3, exceto o passo iv) em cada exemplo, onde a pesquisa no nível de transporte é substituída pela pesquisa aos campos específicos do cabeçalho inter-rede para este monitoramento (se existem tais campos).

4 - CONCLUSÃO

Este artigo apresentou quatro alternativas de conexão entre redes através de uma rede pública, sem contudo entrar no mérito da escolha mais adequada. Esta dependerá da aplicação desejada. Por exemplo, o servidor X.25 pode ser muito interessante no caso da interligação de uma única rede local a uma rede pública, já que oferece uma interface visível do X.25, permitindo a escolha dos serviços conforme as necessidades do usuário. Já no caso de ligações entre várias redes locais tal alternativa se torna, como já visto, bastante complexa. Neste caso a quarta alternativa ("Gateway" Encapsulador de Datagramas) parece a mais atraente, uma vez que possibilita uma interligação simples sem sobrecarregar os módulos com protocolos complexos, permitindo a ligação de módulos de pequena capacidade de processamento (tão comuns em redes locais). A terceira alternativa (Interpretador a nível de Transporte) seria atraente se houvesse uma padronização do nível de transporte, e no caso em que abertura e fechamento de conexões X.25 tenham um custo elevado. Uma análise destas diversas alternativas pode ser encontrada em [6]. O grupo de redes da PUC/RJ optou pela quarta alternativa para implementação do "gateway" [6 e 9] para a interconexão da RED PUC com a RENPAC.

Como observação final, espera-se que a partir do momento que a facilidade de datagramas seja oferecida pela RENPAC o encapsulamento se torne ainda mais fácil, reservando-se a utilização dos circuitos virtuais apenas para datagramas inter-redes que exijam maior confiabilidade.

5 - BIBLIOGRAFIA

- [1] - Soares, L.F.G.; "Projeto e Desenvolvimento de Protocolos para Redes Locais de Computadores". Tese de Doutorado. Depto. de Informática, PUC/RJ - Dezembro 1983
- [2] - Soares, L.F.G.; Menascê, D.A.; "Um Protocolo para Redes Locais do Tipo Difusão ("Broadcast") - Anais II Congresso da SBC - SEMISH - julho 1982
- [3] - EMBRATEL; "Especificação dos Protocolos de Acesso à RENPAC (X.3, X.28, X.29 e X.25)" - Depto. de Comunicação de Dados - D.C.P. - julho 1983
- [4] - Sunshine, C.A.; "Interconnection of Computer Networks" - Computer Networks 1:3, janeiro 1977
- [5] - Postel, J.B.; "Internetwork Protocol Approaches" - IEEE Transaction on Communications - Vol Com-28 nº 4 abril 1980
- [6] - Coelho, O.P.; "Especificação e Implementação de um "Gateway" entre uma Rede Local REDPUC - e uma Rede Pública - RENPAC", Dissertação de Mestrado, Depto. de Informática PUC/RJ - a ser publicada
- [7] - Postel, J.B.; Sunshine, C.A.; "The ARPA Internet Protocol" - Computer Networks vol.5, 1981
- [8] - Boggs, D.R.; Shock, S.F.; Taft, E.A.; Metcalfe, R.M.; "Pop: An Internetwork Architecture" - IEEE - Transactions on Communications vol. - Com-28 nº 4 abril 1980
- [9] - Menascê, D.A.; "Especificação de um Protocolo para Interligação de Redes Locais" , submetida a publicação.

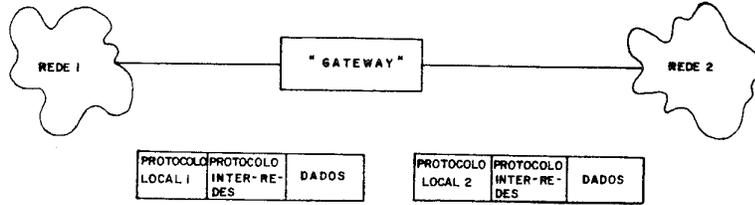


FIG. 1 - Interconexão via "Gateways"

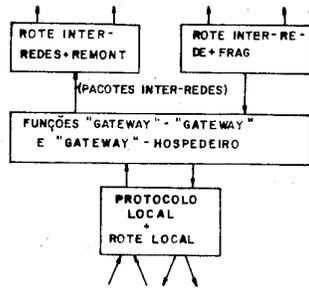


FIG. 2.A - Arquitetura do "Gateway" conversor de meio

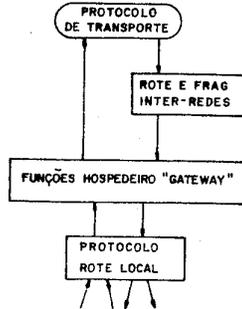
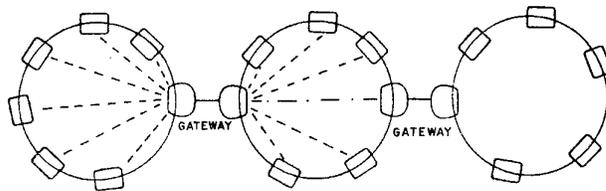


FIG. 2.B - Arquitetura do hospedeiro



- rotas aos hospedeiros locais
- rota à outra "Metade de Gateway"
- rota à outros "Gateways"

FIG. 3 - Roteamento em um "Gateway"

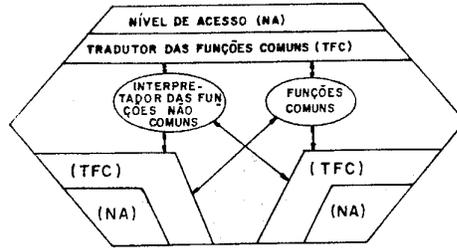


FIG. 4 - "Gateway" tradutor de protocolos

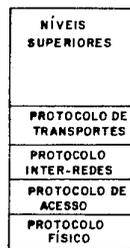


FIG. 5 - Arquitetura da REDPUC

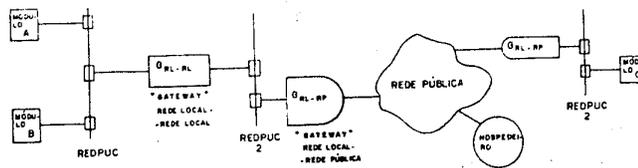


FIG. 6 - Configuração do problema proposto

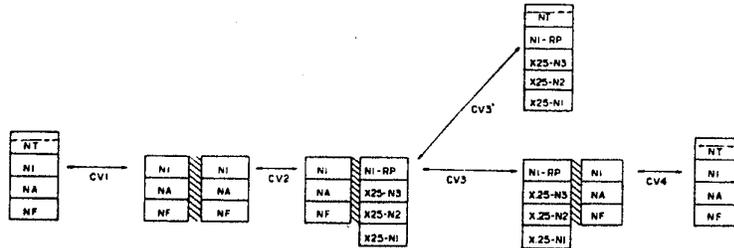


FIGURA - 7

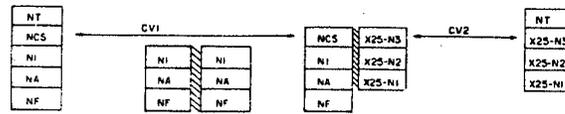


FIGURA - 8

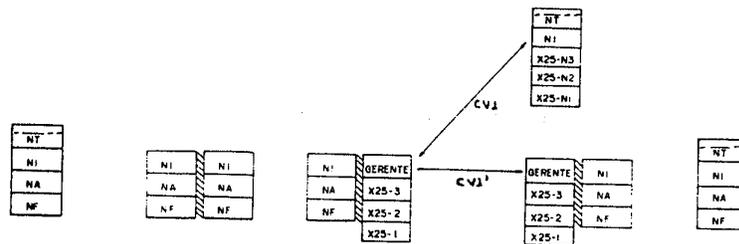


FIGURA - 9

NT - Nível de Transporte
 NI - Nível de Inter-rede
 NI-RP - Nível inter-rede da Rede Pública
 NA - Nível de Acesso da REDPUC
 NF - Nível Físico da REDPUC
 NCS - Nível de Comunicação com o Servidor