

PERFIL  
PROGRAMA EXAMINADOR DE REDE  
FOCALIZADO EM INSPEÇÃO DE TRAFEGO EM LINHA

Marcelo Spohn  
Liane M. R. Tarouco

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Informática  
Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação

**RESUMO**

Este trabalho apresenta um estudo sobre as informações de tráfego relevantes para determinação do perfil de um usuário X.25. Descreve-se sucintamente a implementação do protótipo do sistema PERFIL.

**ABSTRACT**

This work presents an investigation about relevant traffic information to establish a X.25 user profile. The PERFIL system prototype implementation is briefly described.

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente complexidade das redes de comunicação de dados tem como consequência direta tornar cada vez mais complexas as tarefas de projetar sua implementação e evolução [CHI 89].

Para evitar problemas de desempenho e disponibilidade em redes distribuídas é fundamental que a escolha da forma de distribuição e o dimensionamento da rede sejam efetuados criteriosamente. A avaliação do desempenho esperado de uma configuração de rede pode ser realizada com o apoio de um modelo que estime a performance da rede em função do tráfego de mensagens e de outros parâmetros.

Geralmente, a parte mais problemática da construção de um modelo de rede de computadores é a definição do tráfego esperado de mensagens na rede. A grande maioria das instalações não possui processos de padronização, contabilização e controle suficientes para fornecer os dados de tráfego necessários para a definição de um modelo representativo de sua rede [CHI 89].

Este trabalho sugere uma forma de contornar a dificuldade de determinação do tráfego de mensagens para uma configuração de rede baseada na recomendação X.25 do CCITT [CCI 84]. Fez-se um levantamento das informações de tráfego relevantes para a determinação do perfil dos usuários X.25, e a implementação de um protótipo de software gerador de tais informações para um nó X.25 qualquer.

Acredita-se ser este trabalho um subsídio importante na atividade de gerenciamento de tráfego de rede operando em arquitetura de protocolos X.25, visto que o gerenciamento de tráfego envolve funções como: monitoração, derivando a distribuição do tráfego; pré-avaliação, obtendo projeções do

tráfego; o planejamento, resultando em esquemas de mudanças de roteamento e reconfigurações.

## 2 ASPECTOS DE TRÁFEGO NA GERÊNCIA DE REDES

Um trabalho de bom gerenciamento de uma rede de computadores pode ser posto como a composição das tarefas de: gerenciamento de tráfego; reparo e manutenção; planejamento, projeto e construção. O gerenciamento, ou a boa execução destas tarefas, leva a um bom desempenho da rede como um todo [DOT 90].

A atividade de gerenciamento de tráfego é responsável por manter a rede operante da melhor forma possível diante de uma forte carga de tráfego, prevenindo situações agravantes daí decorrentes que ocasionem a falhas danosas.

Para suportar esse gerenciamento, os sistemas devem coletar várias informações sobre diversos pontos particulares da rede e da rede como um todo (pontos de comutação e geração de tráfego), tais como: topologia, taxa de fluxo nos vários pontos, velocidades, etc. Estas informações permitirão montar uma visão da rede na forma de um modelo, podendo-se, assim, determinar situações de excessão.

A atividade de planejamento, projeto (de implantação ou evolução) e construção de redes tem por objetivo principal o dimensionamento da rede (comunicação e serviços), de modo a satisfazer a demanda.

Pode-se dividir essa atividade nas seguintes funções:

- a) Expansão da rede. O redimensionamento de uma configuração de rede pode utilizar como critério básico de avaliação o comportamento da rede

- figurado no modelo da rede, tendo como dados de entrada a demanda e a habilidade da rede em atender a mesma;
- b) Planejamento da rede conforme requisitos, envolvendo análises complexas. Um modelo validado de uma rede já implantada pode servir de base para a avaliação do dimensionamento de um projeto de implantação de uma nova rede. Esta asserção poderia ser aplicada em casos onde a arquitetura da nova rede possua características semelhantes àquelas expressas no modelo. As variáveis do modelo seriam basicamente, entre outras, a distribuição do tráfego esperado entre os vários pontos, e a distribuição de dados e aplicações;
  - c) Planejamento de crescimento, projetando bases para as possíveis mudanças futuras, selecionando e especificando como novos equipamentos podem ser incorporados à rede;
  - d) Instalação: preparação do local e incorporação dos novos equipamentos à estrutura existente.

## 2.1 Dimensionamento

O dimensionamento de uma rede de computadores deve levar em conta o tráfego de dados, tanto para redes centralizadas como distribuídas.

Um dos problemas que podem surgir no projeto da conexão de terminais a um computador central está relacionado com a topologia de concentração de terminais a ser adotada.

A localização geográfica dos concentradores pode ser definida com base em diversos fatores. Os algoritmos de projeto disponíveis geralmente tomam como base a densidade de tráfego gerada em cada área.

O dimensionamento dos canais de comunicação pode ser baseado em fórmulas de teoria das filas. Desta forma, cada conexão terá sua capacidade dimensionada em termos de número de linhas e velocidade de transmissão, de modo a suportar a um custo mínimo, o fluxo esperado de mensagens com o nível de serviço estabelecido.

## 2.2 Performance

O gerenciamento de performance corresponde ao processo de melhorar a performance da rede, visando atingir os objetivos pré-definidos de performance. Isto implica em dizer que a rede já está funcionando bem, mas não tão eficientemente quanto possível. Em se melhorando a performance da rede é possível se estender o tempo de vida da rede existente, aumentar a capacidade e/ou reduzir custos [HEW 89].

O gerenciamento de performance está fortemente relacionado a gerenciamento preventivo de problemas. Um estudo de performance é estabelecido e a rede é monitorada sobre desvios ou comportamentos anormais.

Algumas questões relacionadas ao aspecto performance no projeto da rede de comunicação de dados são apontadas [CHI 89]:

- a) Distribuição de dados e aplicações: onde posicionar dados e aplicações respeitando a arquitetura global de distribuição escolhida? O dimensionamento da rede deve levar em conta o tráfego de dados entre sistemas, gerado para atender às necessidades de integração.
- b) Nós de comutação e pontos de concentração: onde localizar os nós de comutação e os pontos de concentração da rede? Como configurar estes elementos?



- c) Roteamento de dados: definir esquemas de roteamento e classes de serviço (prioridades) para os diversos tipos de tráfego.
- d) Modo de acesso dos usuários: projetar as formas de acesso dos usuários (conexões comutadas ou dedicadas, circuitos ponto-a-ponto ou multiconexão, etc).

### 3 INFORMAÇÕES DE TRÁFEGO PARA DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE UM USUÁRIO X.25

Quando abordada a atividade de projeto (de implantação ou evolução) de redes X.25 nota-se a necessidade de ferramentas no auxílio. Em muitos casos, as decisões de projeto dependem da experiência e julgamento subjetivo da equipe responsável por sua execução.

O Programa Examinador de Rede Focalizado em Inspeção de tráfego em Linha (PERFIL) é uma ferramenta que permite fazer o levantamento do perfil dos usuários que utilizam uma rede X.25, bem como um perfil da rede como um todo. As informações fornecidas por PERFIL são baseadas no tráfego em linha, podendo ser utilizadas na construção de um modelo de rede ou como dados de entrada no processo de julgamento subjetivo de um projetista de rede.

Através de PERFIL pode-se fazer a preavaliação de situações: pela análise das informações que podem ser geradas o projetista pode apontar ou antecipar pontos críticos e as razões que os tornarão sensíveis. Isto é possível porque PERFIL pode gerenciar uma base de dados históricos.

### 3.1 Perfil de Usuário vs. Tráfego

O tráfego gerado por um usuário é um dos principais componentes para determinação do perfil do usuário na rede.

PERFIL gera informações de tráfego baseado no Nível de Rede do X.25. Portanto, PERFIL pode receber dados de entrada tanto de nós geradores/receptores como de nós de comutação.

Para efeito de ilustração, serão apontados alguns casos onde o conhecimento do perfil dos usuários é importante para que o gerente de rede possa compreender o perfil de utilização da rede:

- Jobs pesados tais como sistemas de 'backup', transmissão de grandes quantidades de dados, atualizações extensivas de banco de dados, etc, deveriam ser feitos apenas quando a utilização da rede fosse a mais baixa. O tempo de resposta poderá ser afetado se jobs pesados não são escalados criteriosamente
- Nada é mais frustrante para um usuário do que tentar estabelecer uma chamada e perceber que, na maior parte das vezes, a chamada não se completa devido a congestionamento da rede. Nesta situação, enlaces ou nós de comutação adicionais podem ser a solução do problema.
- A redução dos gastos de uso de uma rede pública X.25 é possível examinando-se o tamanho dos pacotes de dados transmitidos e recebidos durante uma conexão. Tipicamente, os provedores de Redes Públicas tarifam o usuário baseado no número de pacotes de dados transmitidos e recebidos durante uma conexão, não levando em conta o tamanho de cada pacote de dado [HEW 89]. Maximizando-se o

tamanho do pacote de dado, poderia-se reduzir os gastos substancialmente. Muitos PADs são programados com um valor que determina a quantidade de tempo de espera antes de transmitir os dados. Aumentando-se o tempo de espera resultará em mais caracteres sendo montados dentro de cada pacote, e, portanto, diminuindo o número de pacotes transmitidos. Uma aplicação típica que poderia usar esse recurso seria a transferência de arquivos via PAD.

Baseado no perfil de tráfego e nos serviços utilizados por um usuário, poderia-se determinar a migração de aplicações que fazem uso computacional intensivo para o nó do usuário, ao invés de suportar-se sessões interativas através da rede.

### 3.2 Informações de Tráfego

As informações de tráfego sugeridas neste trabalho para determinação do perfil de um usuário X.25 estão dispostas nas seguintes classes:

- a) Distribuição de duração das conexões:
  - requisitadas pelo usuário;
  - recebidas pelo usuário;
  - requisitadas e recebidas pelo usuário.
- b) Distribuição do tamanho dos pacotes de dados
- c) Distribuição do tamanho das mensagens
- d) Distribuição do tempo entre pacotes de dados:
  - entre pacote recebido/transmitido;
  - entre dois pacotes recebidos;
  - entre dois pacotes transmitidos.
- e) Distribuição de tempo entre mensagens:
  - entre mensagem recebida/transmitida;
  - entre duas mensagens recebidas;
  - entre duas mensagens transmitidas.
- f) Percentagem de utilização da linha em octetos de usuário específico:



- em octetos de dados;
- em octetos de controle;
- em octetos de dados e controle.

Há três opções de cálculo de percentagem:

- percentagem em octetos transmitidos;
- percentagem em octetos recebidos;
- percentagem em octetos transmitidos e recebidos

g) Percentagem de utilização da linha em octetos por todos canais lógicos

h) Percentagem de utilização da linha em pacotes de dados e controle

- em pacotes de dados;
- em pacotes de controle;
- em pacotes do tipo REJ;
- em pacotes com o bit Q setado.

Há três opções de cálculo de percentagem:

- percentagem em pacotes transmitidos;
- percentagem em pacotes recebidos;
- percentagem em pacotes transmitidos e recebidos

i) Percentagem de utilização da linha em pacotes de controle específicos

j) Percentagem de utilização da linha em mensagens

k) Número de chamadas rejeitadas ou RESTARTs

l) Número de conexões de usuário específico:

- requisitadas pelo usuário;
- recebidas pelo usuário;
- requisitadas e recebidas pelo usuário.

m) Número de conexões total

n) Número de mensagens

o) Tamanho de pacote de dados:

- transmitidos;
- recebidos;
- transmitidos e recebidos.

p) Tamanho de mensagens

q) Tempo entre pacotes de dados:

- entre a recepção/transmissão de pacotes;
- entre a transmissão de dois pacotes;
- entre a recepção de dois pacotes.

r) Resumo das atividades de um usuário:

- das conexões originadas por um usuário específico;
- das conexões destinadas a um usuário específico;
- das conexões originadas e destinadas a um usuário específico.

#### 4 APRESENTAÇÃO DO PROTÓTIPO DO SISTEMA PERFIL

O trabalho foi desenvolvido com os recursos disponíveis no laboratório de comunicação de dados da UFRGS, consistindo em:

- a) nó X.25: um supermini ELEBRA MX-850;
- b) software de monitoração de rede: TRACE/PSI;
- c) equipamento de desenvolvimento: microcomputador IBM PC-286 compatível;
- d) ambiente de desenvolvimento: Turbo C 2.0;
- e) interface gráfica: controladora de vídeo EGA.

O sistema PERFIL trabalha em modo 'off-line', provendo os seguintes procedimentos:

- a) construção de uma Base de Dados de Trabalho: a partir de um Arquivo de Monitoração de Linha;
- b) geração de relatórios e gráficos de perfil de usuário específico;
- c) geração de relatórios e gráficos de perfil de toda a rede;
- d) geração de sobreposição de gráficos de perfil.

A geração de gráficos e relatórios é feita através de consultas à Base de Dados de Trabalho. Essa base consiste de um conjunto de arquivos com informações de tráfego bem estruturadas. O Arquivo de Monitoração de Linha é gerado pelo utilitário TRACE/PSI [DIG 88] do sistema VMS do ELEBRA MX-850. Este arquivo contém informações de monitoração de linha dos níveis de enlace e de rede do X.25, e é exemplificado na figura 4.1.

Para todas as Classes de Informação (seção 3.2) fornecidas por PERFIL são gerados relatórios e gráficos de perfil, com exceção da Classe "Resumo das Atividades de um Usuário" que só gera relatório.

Time				Evt	Data Size	Frame					Packet						
hh	mm	ss	cc			Ad	P	Type	N	N	Chn	Q	Type	P	P		
							R/S	R/S		M		R/S	R/S				
17:18:35.96				R->	16	C	I	2/6	002			CALL					
Called DTE				1 Calling	DTE	111205941	Data	65	61	6E	31						
17:19:06.65				<-T	5	C	I	7/2	002			CALLC					
17:19:06.96				R->	15	C	I	5/1	002			DATA	0/0				
09 E0 00 00	EA	0A	00	CO	01	07											
17:19:06.97				<-T	5	C	I	2/6	002			RR		1/			
17:19:07.01				<-T	15	C	I	2/7	002			DATA		1/0			
09 D0 EA 0A	EA	0B	00	CO	01	07											
17:19:07.08				R->	5	C	I	0/3	002			RR		1/			
17:19:07.46				R->	37	C	I	0/4	002			DATA		1/1			
02 F0 80 0D	5E	01	24	0A	0D	14	0B	44	46	4E	2D	47	4D	44	2D	45	41
70 66 61 70	65	73	70	A1	02	16	00										
17:19:07.47				<-T	5	C	I	5/0	002			RR		2/			
17:19:09.70				<-T	75	C	I	3/7	002			DATA		2/1			
02 F0 80 0E	5A	01	24	09	0D	14	0B	44	46	4E	2D	47	4D	44	2D	45	41
09 13 01 00	16	01	01	1A	01	00	14	02	02	49	C1	23	31	21	A0	03	80
00 A1 1A 80	01	00	81	01	01	A2	12	A0	10	A1	0E	80	0B	73	62	75	75
72 67 73 A1	02	16	00														
17:19:09.85				R->	5	C	I	0/3	002			RR		2/			
17:19:10.77				R->	17	C	I	3/7	002			DATA		2/2			
02 F0 80 01	00	2D	05	29	03	01	01	07									
17:19:10.78				<-T	5	C	I	0/3	002			RR		3/			
17:19:11.62				R->	128	C	I	4/0	002			DATA		2/3			
02 F0 00 01	00	01	00	A0	82	01	64	31	81	CC	60	2B	30	29	61	04	13
62 72 62 06	13	04	61	6E	73	70	A2	08	13	06	66	61	70	65	73	70	A5
80 05 6C 69	61	6E	65	A6	06	13	04	66	70	73	70	47	01	00	A2	3B	31
60 30 30 2E	61	04	13	02	62	72	62	06	13	04	61	6E	72	73	A2	07	13
75 66 72 67	73	A5	0E	80	05	64	61	64	6F	73	81	05	67	72	75	70	6F
05 13 03 73	62	75	81	02	07	80	80	01	01	46	01	02	64	26			
17:19:11.63				<-T	5	C	I	1/4	002			RR		4/			
17:19:11.86				R->	128	C	I	5/1	002			DATA		2/4			
02 F0 00 63	16	61	04	13	02	62	72	62	06	13	04	61	6E	73	70	13	06
61 70 65 73	70	16	0C	39	30	30	36	32	39	31	37	31	36	34	31	69	32
30 63 16 61	04	13	02	62	72	62	06	13	04	61	6E	73	70	13	06	66	61
65 73 70 31	16	80	11	39	30	30	36	32	39	31	37	31	36	34	31	2B	30
30 30 82 01	00	04	81	92	A1	81	8F	A1	3C	80	0D	4C	69	61	6E	65	20
61 72 6F 75	63	6F	60	2B	30	29	61	04	13	02	62	72	62	06			
17:19:11.87				<-T	5	C	I	2/5	002			RR		5/			
17:19:11.97				R->	117	C	I	5/2	002			DATA		2/5			
02 F0 80 13	04	61	6E	73	70	A2	08	13	06	66	61	70	65	73	70	A5	07
05 6C 69 61	6E	65	A6	06	13	04	66	70	73	70	6E	35	60	30	30	2E	61
13 02 62 72	62	06	13	04	61	6E	72	73	A2	07	13	05	75	66	72	67	73
0E 80 05 64	61	64	6F	73	81	05	67	72	75	70	6F	A6	05	13	03	73	62
13 01 39 A0	18	A1	16	80	11	39	30	30	36	32	39	31	37	31	36	34	31
30 33 30 30	81	01	01														
17:19:11.99				R->	20	C	I	6/3	002			DATA		2/6			
02 F0 80 01	00	29	08	2A	06	30	30	30	30	30	31						
17:19:12.51				<-T	5	C	I	7/1	002			RR		6/			
17:19:12.53				<-T	5	C	I	7/2	002			RR		7/			
17:19:17.40				<-T	7	C	I	3/7	002			CLR	C=00	D=00			
17:19:17.49				R->	5	C	I	0/3	002			CLRC					

FIGURA 4.1 Exemplo de trecho de um Arquivo de Monitoração de Linha X.25.

A interface de PERFIL é totalmente orientada a menus 'pop-down'. Através de um menu o usuário entra com parâmetros do tipo: endereço do usuário a analisar; hora e data inicial e

de término da análise; nome da Base de Dados de Trabalho. Num outro menu seleciona-se a Classe de Informação a ser exibida. Escolhida a Classe de Informação pode-se então selecionar a forma de exibição: relatório e/ou gráfico.

PERFIL apresenta a facilidade de sobreposição de gráficos que possuam o mesmo tipo de variável na abcissa. Esse tipo de facilidade permite que sejam sobrepostas as evoluções de uma mesma Classe de Informação ou de Classes distintas.

A seguir são exibidos os itens de um relatório da Classe de Informação do tipo "Distribuição de Duração das Conexões", para exemplificação de um relatório de perfil:

- a) Nome do relatório
- b) Endereço do usuário
- c) Hora e data de início de término da análise
- d) Duração das conexões
  - d.1) mínima
  - d.2) média (MED)
  - d.3) máxima
  - d.4) desvio-padrão (@)
- e) Percentagem de ocorrência de duração das conexões
  - e.1) entre (MED + 1@)
  - e.2) entre (MED + 2@)
  - e.3) entre (MED + 3@)
  - e.4) entre (MED - 1@)
  - e.5) entre (MED - 2@)
  - e.6) entre (MED - 3@)
  - e.7) acima de (MED + 3@)
  - e.8) abaixo de (MED - 3@)
- f) Duração das conexões estabelecidas com cada usuário no período (o número de campos deste item é igual ao número de usuários distintos com o qual foi estabelecida uma conexão)
  - f.1) endereço do usuário
  - f.2) duração das conexões
    - f.2.1) mínima
    - f.2.2) média
    - f.2.3) máxima
  - f.3) hora e data de início e de término de cada conexão com o usuário.

Um exemplo de gráfico gerado para esta Classe é

ilustrado na figura 4.2. No gráfico aparecem os valores dos itens (a), (b), (c), (d.2), (d.4), e (e) do respectivo relatório.

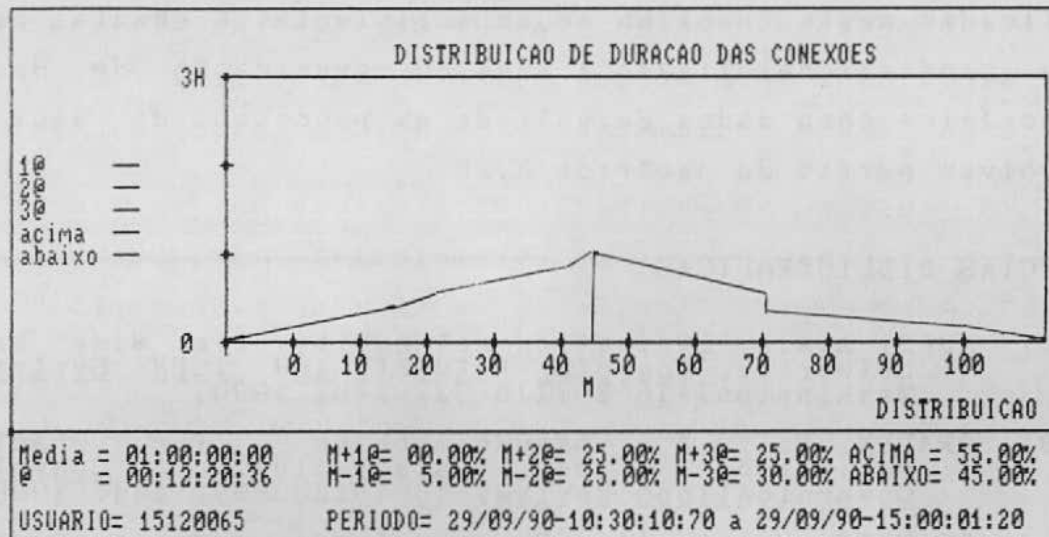


FIGURA 4.2 Exemplo de gráfico de Distribuição de Duração das Conexões.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a expansão e amadurecimento das redes de computadores, tem havido um crescimento da necessidade de se manter estatísticas de tráfego para se compreender a carga real dos sistemas envolvidos, e para poder planejar expansões futuras. Para tanto, dentre outros aspectos, é necessário uma ferramenta que provenha o perfil dos usuários da rede, baseando-se no tráfego por eles gerado.

O Programa Examinador de Rede Focalizado em Inspeção de tráfego em Linha (PERFIL) é uma parcela de um estudo maior, tendo apenas o objetivo de caracterizar o perfil de usuários de redes X.25, para planejamento de uma rede. A análise atual não considera aspectos de roteamento.



Através de PERFIL pode-se saber quem está usando a rede e de que formas; pode-se medir a distribuição da carga de tráfego; pode-se detectar e analisar anomalias no tráfego de usuários específicos ou da rede como um todo, etc.

Acredita-se que as informações de tráfego especificadas neste trabalho sejam suficientes e enxutas para que um profissional ligado a área de comunicação de dados possa tomá-las como dados de entrada em processos de decisão que envolvam perfis de usuários X.25.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ADA 90] ADAS, A.A.A. Evaluation methodology for wide area networks. Computer Networks and ISDN Systems, Washington, 18(2):115-32, feb. 1990.
- [BRA 88] BRADEN, R.T. A pseudo-machine for packet monitoring and statistics. Computer Communications Review, 18(4):200-09, aug. 1988.
- [BRA 90] BRANDAO, H. et alli. Um projeto de redes auxiliado por inteligência artificial. In: TELEMÁTICA 90 - Simpósio Internacional de Redes de Computadores e suas Aplicações, Porto Alegre, 12-14 set., 1990, p.87-106.
- [CCI 84] CCITT. Recomendação X.25. In: Red Book, vol. VIII.3, out. 1984.
- [CHA 86] CHARDAIRE, P. & LESK, M. Grade of service and optimization of distributed packet-switched networks. Computer Networks and ISDN Systems, Washington, 12(3):139-47, 1986.
- [CHI 89] CHICCA JUNIOR, R. Projeto e modelagem de redes de teleprocessamento. In: XXII Congresso Nacional de Informática, São Paulo, 18-22 set., 1989, p.628-637.
- [DEB 87] DEBENHAM, M. Packet switching - a user viewpoint. Computer Communications, 10(2):88-91, apr. 1987.
- [DIG 88] DIGITAL. P.S.I. (Packetnet System Interface) - the TRACE utility, jun. 1988.
- [DIG 89] DIGITAL. VMS user's manual, jun. 1989.
- [DOT 90] DOTTI, F.L. Um sistema de apoio à análise de tráfego, Porto Alegre, CPGCC/UFGRS, 1990.
- [FIN 80] FINDLOW, B.H. & GOLDSMITH, B.J. Network management as a strategy. Computer Communications, 3(2):85-9, apr. 1980.

- [FRA 85] FRANK, A.L. New tools address the problems of managing network facilities. Data Communications, New York, 14(10):249-54, sep. 1985.
- [GLU 89] GLUZ, J.C. Um estudo sobre analisadores de desempenho de redes de comunicação de dados, Porto Alegre, CPGCC7UFRGS, 1989.
- [HEW 89] HEWLETT PACKARD. Tutorial on Network Management. In: The First International Symposium on Integrated Network Management, Boston, 14-17 may, 1989.
- [HUN 84] HUNT, R. X.25 protocols in the airline industry. Computer Communications, 7(6):283-8, dec. 1984.
- [IIZ 89] IIZUKA, K. Planejamento do centro de controle de rede e sistema. In: XXII Congresso Nacional de Informática, São Paulo, 18-22 set., 1989, p.602-614.
- [MAC 88] MACINNES, A. Software products framework for diagnosing network problems. Computer Communications Review, 18(3):10-3, may/Jun. 1988.
- [POC 85] POCEK, S. Smart Monitoring gives a new look at network vitals. Data Communications, New York, 14(5):199-203, may 1985.
- [PUR 88] PURSER, M. X.25 - the fulcrum for network standarization. Computer Communications, 11(5):234-38, oct. 1988.
- [ROB 90] ROBERTS, S. Datalink's PANMAN - managing networks in a period of change. Computer Communications, 13(3):170-74, apr. 1990.
- [SOU 85] SOUZA, M.C.L de. Modelo para otimização de expansões na rede SERPRO de teleprocessamento. In: XVIII Congresso Nacional de Informática, São Paulo, 23-29 set., 1985. V. 2, p.1192-1197.
- [TAN 88] TANENBAUM, A.S. Computer networks, Prentice-Hall, 2a. ed., 1988.
- [TAR 86] TAROUCO, L.M.R. Redes de computadores locais e de longa distância, São Paulo, McGraw-Hill, 1986.
- [WES 87] WESTPHALL, C.B. Proposição de funções em equipamentos para derência de comunicação de dados, Porto Alegre, CPGCC7UFRGS, 1987.