



**COMITÉ DE PRESERVAÇÃO, GERENCIAMENTO E PESQUISA
DA BACIA DO RIO DOS SINOS**

**APLICAÇÃO DE UM ÍNDICE DE
QUALIDADE DA ÁGUA NO
RIO DOS SINOS**

PERÍODO DE NOVEMBRO/1989 A OUTUBRO/1991

PORTO ALEGRE - RIO GRANDE DO SUL

1993

C O M I T E S I N O S

**PROGRAMA INTEGRADO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE
DA ÁGUA DO RIO DOS SINOS E SEUS AFLUENTES**

**APLICAÇÃO DE UM ÍNDICE DE
QUALIDADE DA ÁGUA NO
RIO DOS SINOS**

- PERÍODO DE NOVEMBRO/1989 A OUTUBRO/1991 -

PORTO ALEGRE, MAIO DE 1993

O COMITESINOS agradece ao Departamento Municipal de Água e Esgotos de Porto Alegre (DMAE) , a publicação deste trabalho.

**APLICAÇÃO DE UM ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA
NO RIO DOS SINOS**

PERÍODO DE NOVEMBRO/1989 A OUTUBRO/1991

EQUIPE DE TRABALHO

Elton Flores Coelho	DMAE
Janine Haase	FEPAM
Maria Helena Alvim	METROPLAN
Miguel Brayer Martins.....	CORSAN
Paulo Marcos Amaral Alves	DMAE
Vera Lúcia De C6	CORSAN

EQUIPE DE APOIO

DATILOGRAFIA:

Denise Cristina Dambros	METROPLAN
Janine Brandão Rolim	DMAE
Lecy Terezinha Barbosa	CORSAN
Maisa Martens	DMAE
Rosane Carús Fernandes	METROPLAN

DESENHO:

Eliane Rodrigues Domingues	FEPAM
Pelópidas O. Parente	METROPLAN
Sônia Krigger.....	DMAE

INFORMÁTICA:

Elenara Corrêa Lersch.....	DMAE
Iria Margarida Garrafa	METROPLAN
Isabel Cristine Neuvald	DMAE

BIBLIOTECA:

Ide Chies	CORSAN
-----------------	--------

O COMITESINOS estende seus agradecimentos aos funcionários dos laboratórios da CORSAN, FEPAM E DMAE.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	06
2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	06
3. METODOLOGIA	09
4. RESULTADOS	09
5. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	12
5.1. Distribuição do IQA nas Faixas de Qualidade..	12
5.1.1 Interpretação Geral	12
5.1.2 Interpretação Sazonal	14
5.2. Distribuição das Faixas de Qualidade nos Pontos de Monitoramento	16
5.3. Medidas de Tendência Central e de Dispersão do IQA	18
5.4. Índice de Toxidez	24
6. CONCLUSÕES	27
7. RECOMENDAÇÕES	30
8. BIBLIOGRAFIA	31
9. ANEXOS	33
ANEXO I: Variação do IQA em cada Ponto de Amostragem do Rio dos Sinos	34
ANEXO II: Variação do IQA em cada mês, ao longo do Rio dos Sinos	46
ANEXO III: Vazões Médias Mensais de longo período (dez/39 a dez/89), no ponto SI06 (Estação de Campo Bom)...	58

1. INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos ocupa uma área aproximada de 3.820 km² e caracteriza-se pela presença de grande concentração urbano-industrial na sua região inferior e atividades agrícolas na região superior, representando uma das áreas mais críticas de poluição do Estado do Rio Grande do Sul.

A preocupação com sua qualidade ambiental gerou a criação do Comitê de Preservação, Gerenciamento e Pesquisa da Bacia do Rio dos Sinos - COMITESINOS, originando, entre outras atividades, um convênio de cooperação técnica entre várias instituições, para implantação de uma rede integrada de monitoramento. O Grupo de Coordenação é responsável pela definição, implantação e acompanhamento desta rede integrada, assim como pela interpretação e divulgação dos resultados. De modo a possibilitar a divulgação da qualidade da água ao público não especializado, foram desenvolvidos estudos para definição de um Índice de Qualidade da Água (IQA) para o rio dos Sinos (Martins, M. B. et al, 1990).

Este trabalho apresenta IQAs obtidos em dois anos de amostragem, de novembro de 1989 a outubro de 1991, em onze pontos de coleta distribuídos ao longo do rio, bem como avalia variações temporais e especiais, além de verificar a adequação do método adotado.

2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Rio dos Sinos nasce no município de Santo Antônio da Patrulha, dentro da região geográfica denominada Depressão Central, com uma extensão de curso definida de 125 km. Corre no sentido Leste-Oeste até atingir o município de Campo Bom, onde muda sua direção para Norte-Sul, desembocando no Delta do Jacuí, entre as ilhas: Grande dos Marinheiros e das Garças.

Apresenta um desnível total de 200 m, sendo que nos primeiros 30 km a declividade é muito acentuada, com um desnível de 140 m. É um rio sinuoso com largura de até 125 m e margens constituídas por barrancas íngremes ou várzeas alagadas, apresentando grande variação de vazão.

A porção superior do rio dos Sinos conta com a presença de vegetação ciliar e de pequenos banhados margeantes, que contribuem para a boa qualidade da água. Entretanto, a Oeste, encontram-se regiões com elevada densidade populacional e industrial, onde se observa uma maior degradação da qualidade da água.

As atividades desenvolvidas ao longo do rio dos Sinos são a Agricultura, pecuária e extração de madeira. Além destes usos, ocorreu um processo de industrialização ligado ao curtimento e trabalho de peles, como consequência natural do desenvolvimento da pecuária, prevalentemente de gado bovino.

Como esta região apresenta uma população superior a 1.200.000 habitantes, verifica-se a importância do rio dos Sinos uma vez que o abastecimento de água representa um dos elementos mais importantes das condições de infra-estrutura urbana, estando diretamente relacionado à questão de saúde pública e melhoria da qualidade de vida.

A Rede Integrada de Monitoramento da Qualidade da Água do Rio dos Sinos, implantada em outubro de 1989, é constituída de onze (11) estações de amostragem, desde as cabeceiras, em Santo Antônio da Patrulha, até a foz, na ponte Tabai-Canoas. A escolha desses pontos teve o objetivo de controlar a qualidade dos diversos trechos do rio, bem como dos locais de captação utilizados para abastecimento público. Na Figura 1 estão localizados os pontos de monitoramento abaixo descritos:

- SINOS 1 - Ponte Tabai-Canoas, 8 km a montante da foz - município de Canoas;
- SINOS 2 - Captação de água para Esteio, Sapucaia do Sul e Canoas - município de Esteio;
- SINOS 3 - A jusante do canal João Corrêa, a montante do arroio Portão - município de São Leopoldo;
- SINOS 4 - Captação de água para São Leopoldo - município de São Leopoldo;
- SINOS 5 - Captação de água para Novo Hamburgo, Estância Velha e Portão, a montante do arroio Luiz Rau e a jusante do arroio Pampa - município de Novo Hamburgo;
- SINOS 6 - A jusante do arroio Schmidt - município de Campo Bom;
- SINOS 7 - Captação de água para Campo Bom e Sapiranga, a montante do arroio Schmidt - município de Campo Bom;
- SINOS 8 - A jusante da confluência com o rio Paranhana, localidade de Santa Cristina - município de Parobé;
- SINOS 9 - Captação de água para Taquara e Parobé - município de Taquara, "lixão" da cidade na margem do rio;
- SINOS 10 - Localidade de Olhos D'Água, a jusante da confluência com o rio Rolante - município de Rolante;
- SINOS 11 - Balneário João Fernandes - município de Santo Antônio da Patrulha.

3. METODOLOGIA

A metodologia de coleta e análise segue o Standard Methods - 17ª edição (APHA, 1989). Amostras de água são coletadas mensalmente em onze pontos de amostragem para posterior execução das análises laboratoriais.

Para o cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA), adotou-se o método desenvolvido pela National Sanitation Foundation - NSF, com algumas modificações (Martins, M. B. et al, 1990). Este método consiste em traduzir os resultados dos parâmetros selecionados em notas parciais de qualidade que variam de 0 (zero) a 100 (cem). As notas parciais são obtidas a partir de curvas específicas, sendo atribuídos pesos diferenciados a cada parâmetro. Para o cálculo do IQA são considerados oito parâmetros, a saber: saturação de oxigênio dissolvido, coliforme fecal, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato, turbidez e sólidos totais. O IQA de cada ponto de amostragem é a média ponderada destas notas parciais.

Algumas substâncias tóxicas como metais pesados e pesticidas apresentam concentrações freqüentemente limitadas espacial e temporalmente a determinadas situações, razão pela qual não podem ser incluídas em índices mais amplos propostos para áreas com diferenças hidrológicas, demográficas ou geológicas (DUNNETTE, 1979). No IQA proposto pela NSF este problema é contornado através de uma variável binária, o Índice de Toxidez (IT), que assume o valor zero, caso um dos elementos tóxicos ultrapasse o limite permitido, ou o valor um em cada caso contrário. A nota final de um ponto de amostragem será o produto do IQA pelo IT (BROWN et al, 1970). Os metais considerados no IT do Rio dos Sinos são: cádmio, chumbo, cobre, cromo total, mercúrio, níquel e zinco.

4. RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os resultados dos IQAs obtidos nos onze pontos de monitoramento, no período de novembro de 1989 a outubro de 1991.

Os Índices de Toxidez de cada ponto amostrado são apresentados na tabela 2.

No anexo I encontram-se os gráficos que mostram a variação do IQA em cada ponto de amostragem e no anexo II, os gráficos relativos à variação do IQA em cada mês. As vazões médias mensais de longo período (dezembro/39 a dezembro/89), ponto SI06 (estação de Campo Bom), encontram-se no anexo III.

TABELA 1 - ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA - IQA -
RIO DOS SINOS

NOVEMBRO/1989 A OUTUBRO/1991

MESES	PONTOS DE COLETA										
	SI01	SI02	SI03	SI04	SI05	SI06	SI07	SI08	SI09	SI10	SI11
NOV/89	59	58	50	49	59	56	68	65	80	68	81
DEZ/89	58	36	45	53	52	63	69	60	78	80	79
JAN/90 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FEV/90	65	29	46	41	53	58	65	57	76	77	70
MAR/90	41	46	41	42	53	67	64	66	45	72	76
ABR/90	45	43	51	51	56	56	56	54	59	65	74
MAI/90	44	47	42	60	55	70	65	64	67	65	79
JUN/90	49	49	49	56	54	61	59	59	67	64	74
JUL/90	49	53	48	54	60	62	67	69	71	67	75
AGO/90	48	54	57	54	58	57	57	64	74	78	79
SET/90	40	45	44	45	62	61	60	65	68	64	76
OUT/90	55	48	56	50	54	54	57	60	55	55	64
NOV/90	49	48	52	54	48	52	52	56	43	54	62
DEZ/90	48	43	49	48	52	57	56	50	62	49	48
JAN/91	65	46	44	47	51	61	74	62	73	80	78
FEV/91	45	14	34	41	48	54	63	47	78	74	48
MAR/91	55	40	45	35	48	59	63	54	65	67	69
ABR/91	60	28	38	44	42	49	57	56	55	74	74
MAI/91 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JUN/91	28	28	24	30	46	56	64	56	81	78	79
JUL/91	55	53	50	55	60	61	63	63	70	71	73
AGO/91	48	44	42	52	53	58	56	52	64	64	77
SET/91	49	50	41	51	54	61	59	71	70	68	67
OUT/91	54	55	50	56	57	52	53	56	53	52	57

* Análises não executadas

TABELA 2 - ÍNDICE DE TOXIDEZ - IT
RIO DOS SINOS

NOVEMBRO/1989 A OUTUBRO/1991

RESULTADOS OBTIDOS PARA OS METAIS PESADOS

MESES	PONTOS DE COLETA										
	SI01	SI02	SI03	SI04	SI05	SI06	SI07	SI08	SI09	SI10	SI11
NOV/89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEZ/89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JAN/90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FEV/90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAR/90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ABR/90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAI/90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JUN/90	1*#	1*#	1*#	1*#	1*#	1*#	1*#	1*#	1*#	1*#	1*#
JUL/90	1#	1#	1#	1#	1*#	1*#	1*#	1*#	1*#	1*#	1*#
AGO/90	1#	1#	1#	1#	1#	1#	1#	1#	1#	1#	1#
SET/90	1#	1#	1#	1#	1*#	1*#	1*#	1#	1#	1#	1#
OUT/90	1#	1#	-	1#	1#	1#	1#	1#	0#	1#	1#
NOV/90	1#	1#	1#	1#	1#	1#	1*#	1*#	1#	1#	1#
DEZ/90	1#	1*#	1#	1#	1#	1#	1#	1#	1#	1#	1*#
JAN/91	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FEV/91	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
MAR/91	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
ABR/91	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*
MAI/91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JUN/91	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1
JUL/91	1	1	1	1	1	1	1	1+	1	1+	1
AGO/91	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SET/91	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
OUT/91	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

IT = 1: nenhum metal analisado ultrapassou o Limite Máximo Permitido (LPM)

IT = 0: pelo menos um metal pesado ultrapassou o LPM

Sem análise do Zn

* Sem análise do Hg

+ Sem análise do Cr total

- Análises não executadas

5. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

5.1 DISTRIBUIÇÃO DO IQA NAS FAIXAS DE QUALIDADE

As faixas de qualidade adotadas para os intervalos do IQA são as seguintes:

TABELA 3 - FAIXAS DE QUALIDADE DO IQA

INTERVALO DO IQA	FAIXA DE QUALIDADE
0 - 25	Muito Ruim
26 - 50	Ruim
51 - 70	Regular
71 - 90	Boa
91 - 100	Excelente

(MARTINS, M. B. et al, 1990)

5.1.1 INTERPRETAÇÃO GERAL

Considerando-se a amostra de resultados do IQA obtida nos onze pontos de monitoramento durante o período de nov/1989 a out/1991, obteve-se a seguinte distribuição de freqüências, em cada faixa de qualidade:

TABELA 4 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DO IQA NAS FAIXAS DE QUALIDADE

FAIXA DE QUALIDADE	NÚMERO DE DADOS DO IQA	%
Muito Ruim	2	0,8
Ruim	70	29,0
Regular	137	56,6
Boa	33	13,6
Excelente	0	0,0
TOTAL	242	100,0

A mesma distribuição de freqüência das diversas faixas de qualidade está representada na figura 2.

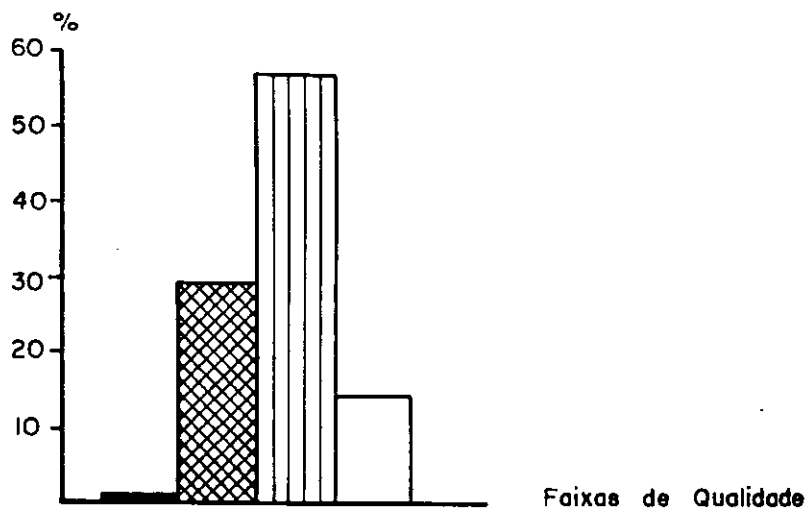
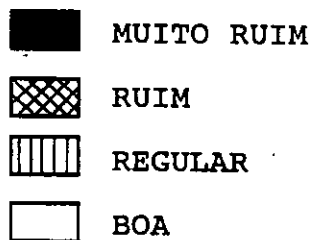


FIGURA 2
RIO DOS SINOS
FREQUÊNCIA DE FAIXAS DE QUALIDADE DO IQA
NOVEMBRO/1989 A OUTUBRO/1991

FAIXAS DE QUALIDADE



Pode-se observar que o IQA dos Rio dos Sinos, durante o período considerado, encontra-se preponderantemente na faixa de qualidade REGULAR, seguida da RUIM e BOA. Nunca verificou-se a qualidade EXCELENTE, enquanto que a faixa MUITO RUIM apresentou apenas duas ocorrências.

5.1.2 INTERPRETAÇÃO SAZONAL

O período de cheia é compreendido pelos meses de junho a outubro, enquanto que a estiagem, pelos meses de novembro a maio, de acordo com as médias mensais de 50 anos, fornecidas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (Anexo III).

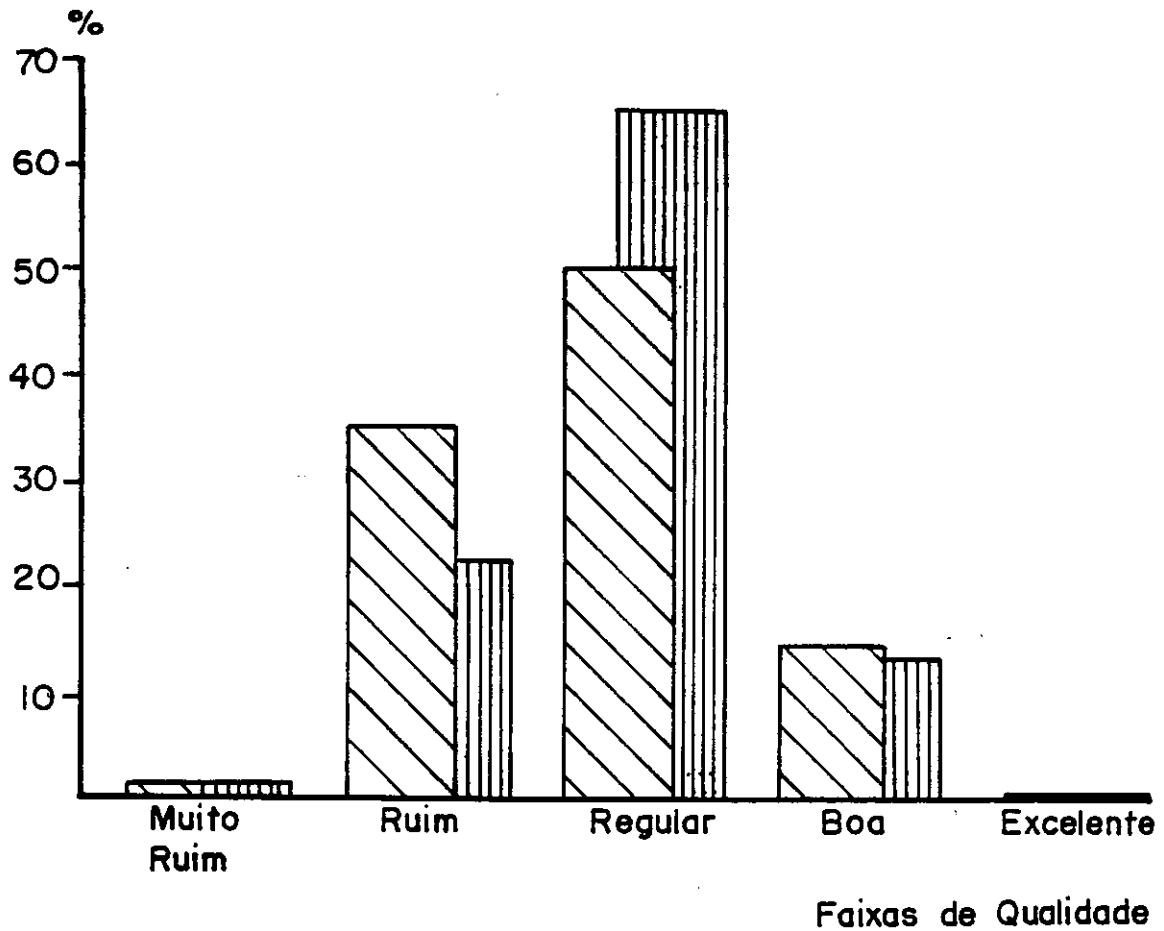
A distribuição dos resultados de cheia e de estiagem, em cada faixa de qualidade, é a seguinte:

TABELA 5 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DO IQA NAS FAIXAS DE QUALIDADE, NOS PERÍODOS DE CHEIA E ESTIAGEM

FAIXA DE QUALIDADE	NÚMERO DE DADOS		%	
	CHEIA	ESTIAGEM	CHEIA	ESTIAGEM
Muito Ruim	1	1	0,9	0,8
Ruim	24	46	21,8	34,8
Regular	71	66	64,6	50,0
Boa	14	19	12,7	14,4
Excelente	0	0	0,0	0,0
TOTAL	110	132	100,0	100,0

O histograma da figura 3 representa a mesma distribuição de frequência do IQA nas diversas faixas de qualidade, considerando-se os dois períodos sazonais. A figura mostra que a mesma tendência geral do IQA é observada no período de cheia e de estiagem, ou seja, há predominância da faixa de qualidade REGULAR, seguida da RUIM, BOA e MUITO RUIM.

Entretanto, observa-se que na cheia há um acréscimo significativo da faixa REGULAR e o correspondente decréscimo das demais faixas, notadamente da RUIM, caracterizando uma tendência de recuperação da qualidade da água neste período sazonal.



 Estiagem
 Cheia

FIGURA 3

DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DO IQA NAS FAIXAS DE QUALIDADE, PERÍODOS DE CHEIA E DE ESTIAGEM

Durante a estiagem observa-se tendência contrária, ou seja, há um achatamento da faixa REGULAR e o correspondente acréscimo das demais, principalmente da faixa RUIM. Caracteriza-se, assim, uma tendência de queda da qualidade da água do rio dos Sinos, durante os meses de estiagem.

5.2. DISTRIBUIÇÃO DAS FAIXAS DE QUALIDADE NOS PONTOS DE MONITORAMENTO

A tabela 6 apresenta a distribuição de frequência de cada faixa de qualidade, nos diversos pontos de monitoramento, considerando-se o total de dados da amostra.

TABELA 6 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DAS FAIXAS DE QUALIDADE NOS PONTOS DE MONITORAMENTO

PONTOS DE MONITORAMENTO	FAIXAS DE QUALIDADE			
	MUITO RUIM %	RUIM %	REGULAR %	BOA %
SI01	-	59	41	-
SI02	4	73	23	-
SI03	5	77	18	-
SI04	-	50	50	-
SI05	-	23	77	-
SI06	-	4	96	-
SI07	-	-	96	4
SI08	-	9	86	5
SI09	-	9	55	36
SI10	-	4	55	41
SI11	-	9	27	64

OBS: a faixa de qualidade EXCELENTE não está representada porque não houve nenhuma ocorrência durante o período amostrado.

A distribuição de freqüência nos pontos de monitoramento está também representada no histograma da figura 4.

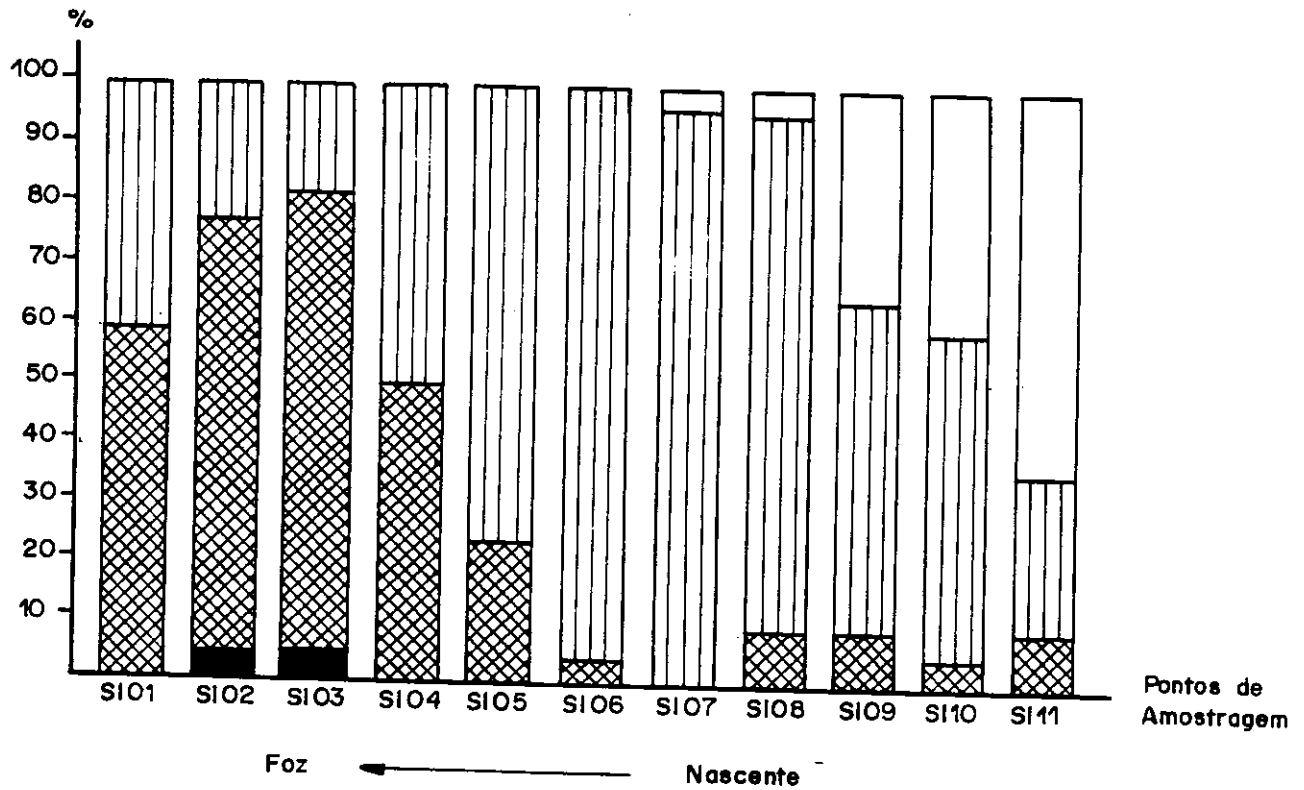


FIGURA 4

DISTRIBUIÇÃO DAS FAIXAS DE QUALIDADE
EM CADA PONTO DE MONITORAMENTO
NOV/1989 A OUT/1991

FAIXAS DE QUALIDADE

■	MUITO RUIM - IQA = 0 A 25
▣	RUIM - IQA = 26 A 50
▤	REGULAR - IQA = 51 A 70
□	BOA - IQA = 71 A 90

Através dos dados apresentados pode-se observar o seguinte:

- no trecho SI01 a SI03 há predominância da qualidade RUIM;
- no trecho SI05 a SI08 há predominância da qualidade REGULAR;
- no trecho SI09 e SI11 há predominância da qualidade REGULAR e BOA;
- a qualidade BOA ocorre somente no trecho SI07 a SI11;
- o ponto SI07 é o único onde nunca ocorreu a faixa RUIM;
- os pontos SI06 e SI07 são os de menor oscilação da qualidade da água;
- o ponto SI04 pode ser caracterizado como um ponto de transição da qualidade da água, pois a montante dele predominam as faixas BOA e REGULAR, enquanto que a jusante predomina a faixa RUIM;
- os pontos de maior comprometimento qualitativo são o SI02 e o SI03, pois apresentam as maiores frequências de qualidade RUIM e são os únicos onde ocorre a qualidade MUITO RUIM;
- no ponto SI01 observa-se uma tendência à recuperação da qualidade da água, pois ocorre aumento da faixa REGULAR e desaparecimento da faixa MUITO RUIM.

5.3. MEDIDAS DE TENDÊNCIA CENTRAL E DE DISPERSÃO DO IQA

Um rio hipotético natural apresenta duas zonas básicas : ritral, caracterizando as condições de curso superior ou de montanha; e potamal, caracterizando as condições de curso inferior ou de planície. Podem ser diferenciados dois grupos de fatores que se modificam ao longo do rio: o primeiro é alto nas nascentes e diminui em direção à foz, como saturação de oxigênio, declividade, velocidade e erosão; e o segundo grupo apresenta comportamento inverso, atingindo maiores valores em direção à foz, como temperatura, carga de nutrientes, sólidos em suspensão e consumo de oxigênio (Schaffer, 1985).

O rio dos Sinos, além destas variações naturais, apresenta maior concentração de lançamentos de esgotos domésticos e industriais no trecho inferior, o que também contribui para a alteração da qualidade da água.

As médias dos IQAs mensais, variaram desde 43 no ponto SI02 a 71 no ponto SI11 (tabela 7) durante o período de novembro de 1989 a outubro de 1991. Percebe-se uma tendência de diminuição da média de montante para jusante, com um pequeno aumento na foz, em função da diluição com as águas do Guaíba em situações de refluxo (figura 5). O ponto SI08 apresentou um IQA médio um pouco inferior à tendência das médias ao longo do rio. Isto pode ser explicado em função de sua localização na foz de um pequeno arroio, que traz os esgotos domésticos da Vila de Santa Cristina, no município de Parobé.

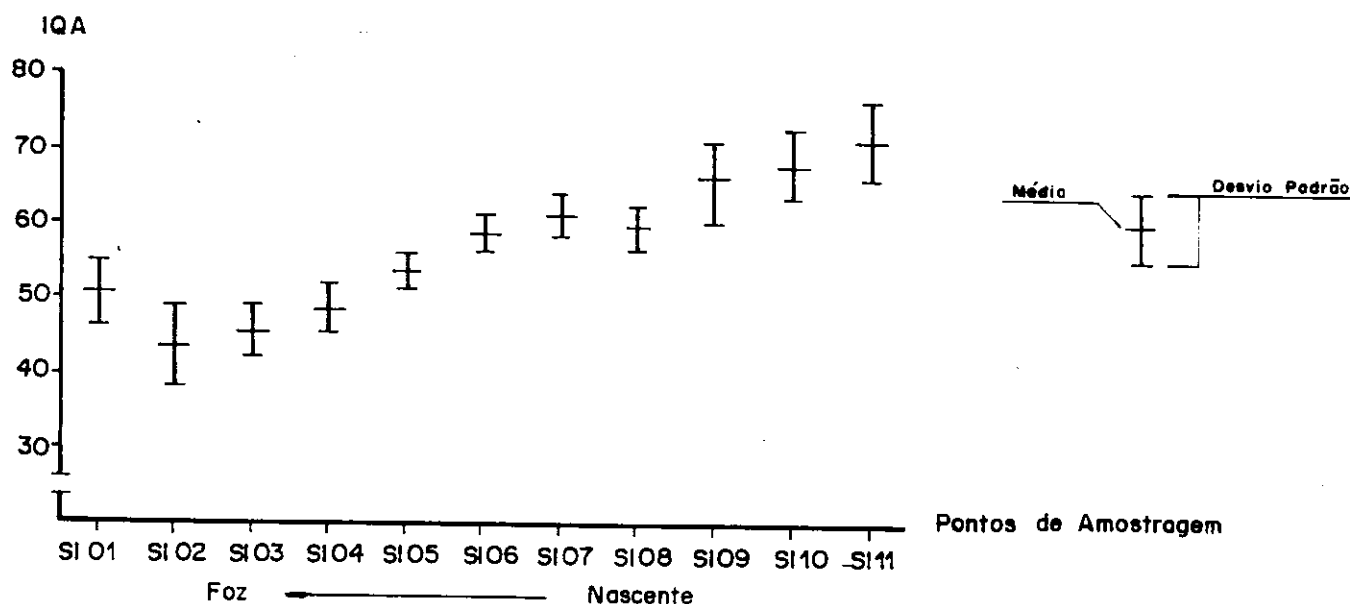


FIGURA 5

MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DO IQA NO RIO DOS SINOS

NOV/1989 A OUT/1991

Quando considerado somente o período de estiagem, a variação das médias foi semelhante, desde 40 no ponto SI02 a 70 no ponto SI11, apresentando as mesmas tendências observadas no período geral (tabela 7 e figura 6).

As médias do período de cheia variaram de 47 no ponto SI01 a 72 no ponto SI11. Neste período observa-se a tendência de diminuição de IQA de montante para jusante, mas não ocorreu a melhoria da foz, o que pode ser explicado pelo maior volume d'água que está descendo o rio, minimizando o fenômeno de refluxo das águas do Guaíba (tabela 7 e figura 6).

TABELA 7 - MÉDIA, DESVIO PADRÃO (s) E SEPARATRIZ (80%) DO IQA
 NOS 11 PONTOS DE AMOSTRAGEM NOS PERÍODOS:
 GERAL (NOV. 89 A OUT. 91)
 ESTIAGEM (NOV. A MAIO)
 CHEIA (JUN. A OUT.)

PONTOS DE COLETA	GERAL			ESTIAGEM			CHEIA		
	MÉDIA	s	80 %	MÉDIA	s	80 %	MÉDIA	s	80 %
SI01	50,4	8,59	58,4	52,8	8,5	62	47,5	8,15	54,8
SI02	43,5	10,7	53	39,8	11,61	47,4	47,9	7,92	53,8
SI03	45,4	7,33	50,4	44,8	5,41	50,4	46,1	8,4	54,8
SI04	48,5	7,37	54,4	47,1	6,91	53,4	50,3	7,87	55,8
SI05	53,4	4,97	58,4	51,4	4,48	55,4	55,8	4,64	60
SI06	58,4	4,92	61,4	58,5	6,02	64,6	58,3	3,47	61
SI07	61,2	5,59	65,8	62,7	6,36	68,4	59,5	4,17	63,8
SI08	59,4	6,18	65	57,6	5,98	64,4	61,5	6,02	68,2
SI09	66,1	10,77	76,8	65,1	12,72	78	67,3	8,35	73,4
SI10	67,5	9,03	77,4	68,8	9,66	78,2	66,1	8,49	76,6
SI11	70,9	9,62	78,4	69,8	11,47	79	72,1	7,2	78,6

Se considerarmos a média das médias dos IQAs de todos os pontos de coleta, obteremos os valores de 57 para todo o período amostrado, bem como para o período de cheia e 56 para o período de estiagem. Nestes termos, praticamente não se observa a influência da pluviosidade na qualidade da água do rio.

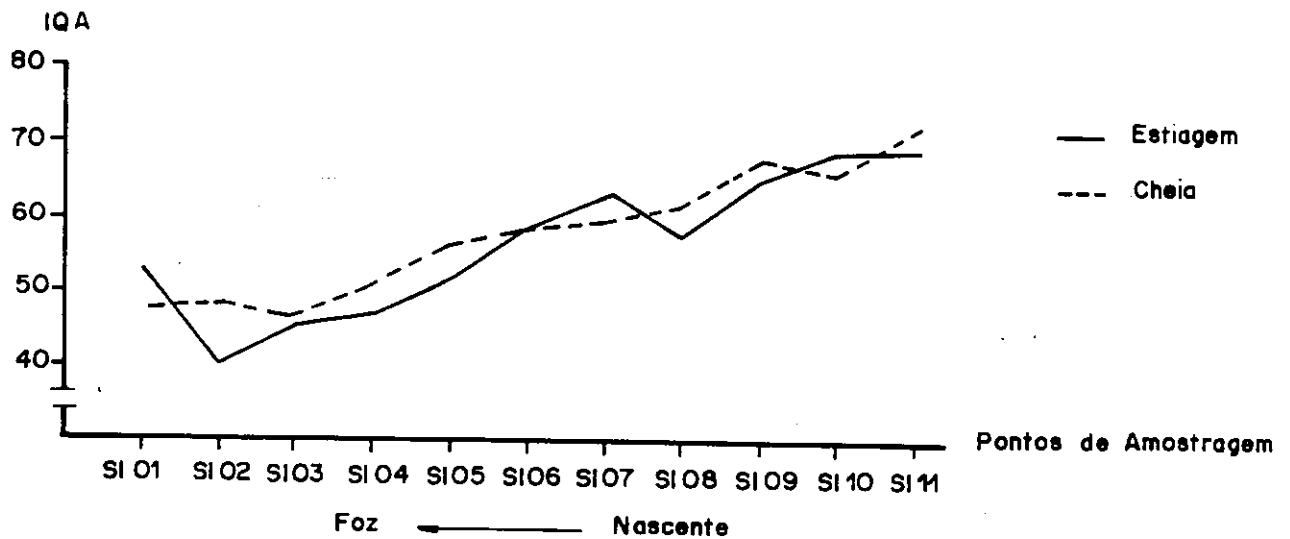


FIGURA 6

MÉDIA DO IQA NOS PERÍODOS DE CHEIA E ESTIAGEM

Quando comparam-se as curvas das médias do IQA nos períodos de cheia e estiagem (figura 6) os valores da primeira, teoricamente, deveriam ser sempre superiores aos da segunda, em função da maior diluição. Isto não ocorreu nos seguintes pontos: SI10, que pode relacionar-se ao aumento da contribuição do rio Rolante; SI07 e SI06, em função, possivelmente do efeito "esponja" de um banhado nas suas margens; e SI01, pela menor contribuição das águas de melhor qualidade do Guaíba na época de cheia. Nos outros pontos, as médias de cheia foram ligeiramente superiores às médias de estiagem.

A definição dos períodos de cheia (de junho a outubro) e de estiagem (de novembro a maio) baseou-se nas médias mensais de vazões medidas no ponto SI06, num período de 50 anos, onde as médias superiores a $71,7 \text{ m}^3/\text{s}$ foram enquadradas no período de cheia e as inferiores a $53,1 \text{ m}^3/\text{s}$ no período de estiagem. A observação dos valores de vazão medidos no ponto SI06, nos dias em que as coletas foram realizadas, mostra que o período de cheia de 1991 apresentou mais valores característicos de estiagem do que de cheia. Este comportamento pode ser um dos fatores que explique a sobreposição das curvas de cheia e estiagem (figura 7).

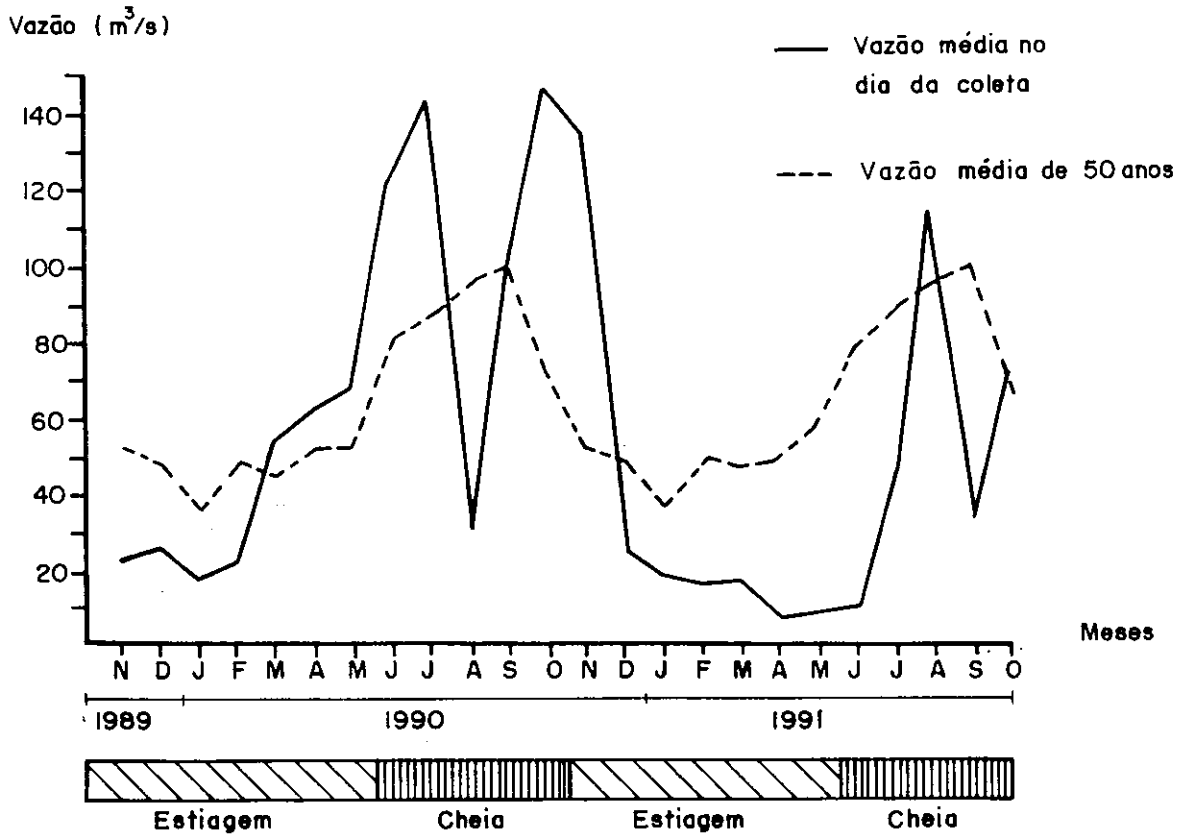


FIGURA 7

VAZÃO MÉDIA MENSAL E VAZÃO MEDIDA NOS DIAS DE COLETA, NO PONTO SI06

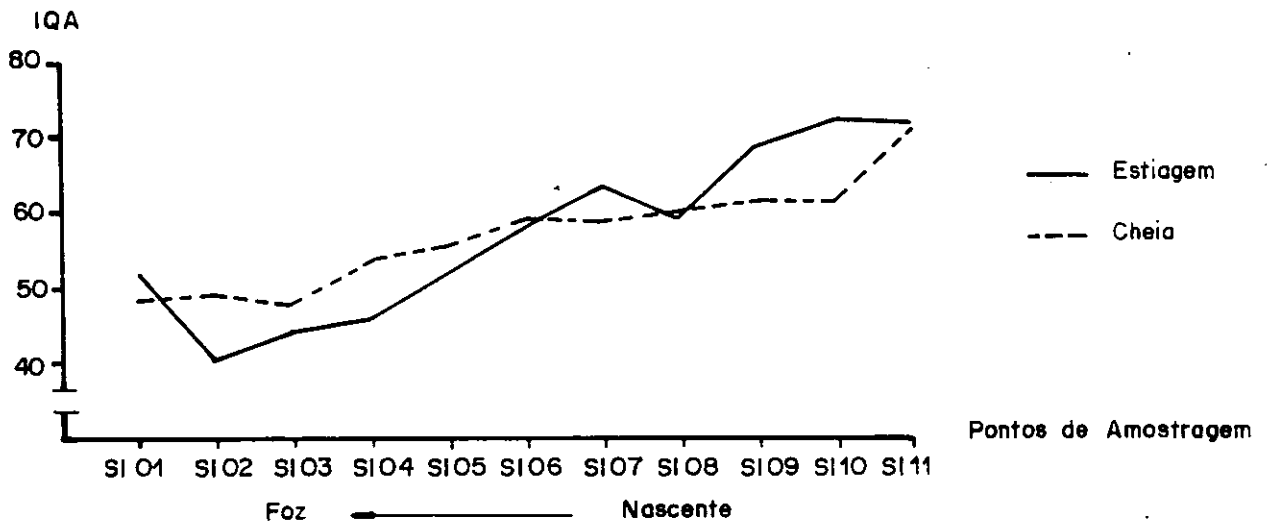


FIGURA 8

IQA MÉDIO POR PONTO DE AMOSTRAGEM, CONSIDERANDO O PERÍODO SAZONAL DE ACORDO COM AS VAZÕES MEDIDAS

As curvas da figura 8 mostram os IQAs médios nos períodos de cheia e estiagem, quando consideradas as vazões medidas no, ponto SI06, nos dias de coleta. Os meses cuja vazão medida foi maior que $62,4 \text{ m}^3/\text{s}$ foram considerados como cheia e os meses cuja vazão medida foi menor do que este valor, como estiagem. Este valor foi escolhido por ser a média entre o extremo superior do período estabelecido como de estiagem ($53,1 \text{ m}^3/\text{s}$ e o extremo inferior de período estabelecido como de cheia ($71,7 \text{ m}^3/\text{s}$). Percebe-se que no trecho superior do rio as médias de estiagem foram superiores às da cheia, à exceção do ponto SI08; no trecho inferior do rio a situação inverte-se, ou seja, as médias de cheia passam a superar às da estiagem; e na foz, novamente, a média de estiagem passa a ser superior.

Um dos parâmetros mais significativos na nota final do IQA é o coliforme fecal. Este parâmetro é muito afetado por enxurradas, quando sua concentração aumenta consideravelmente por arraste. O trecho superior é bem mais sensível às enxurradas e ao aumento de coliformes fecais, em função da menor vazão e maior declividade da área. Este fator pode ser a explicação das médias de cheia serem inferiores às de estiagem neste trecho, representando um decréscimo do IQA.

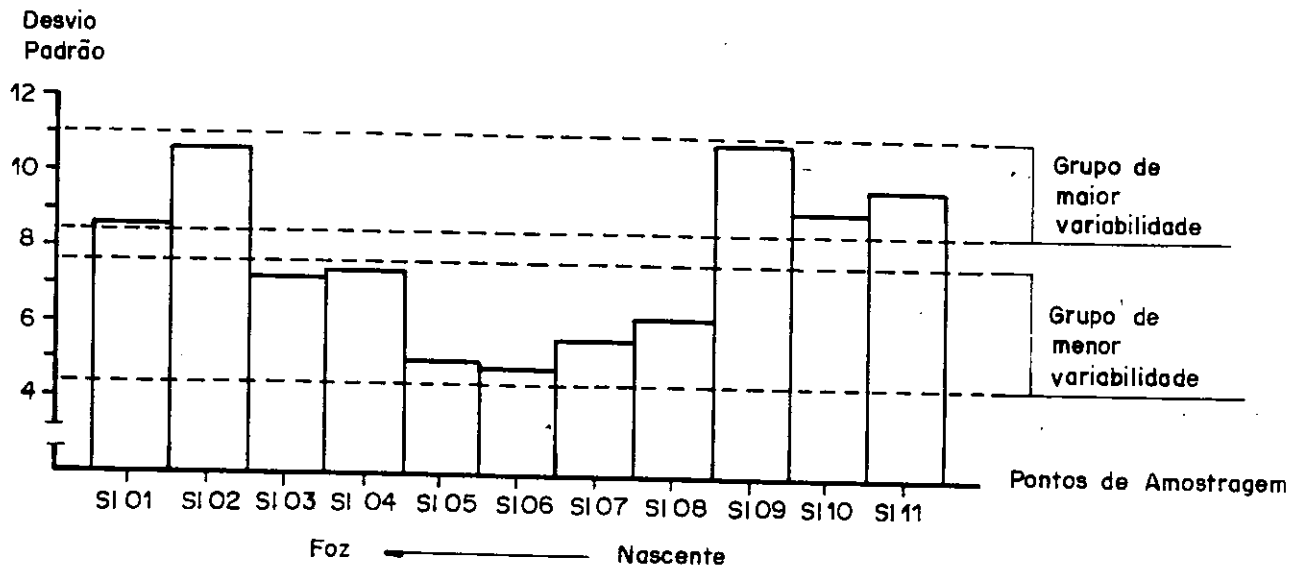


FIGURA 9

DISTRIBUIÇÃO DO DESVIO-PADRÃO DO IQA
AO LONGO DO RIO DOS SINOS

Analisando-se a distribuição do desvio-padrão do IQA ao longo do rio (figura 9), pode-se dividi-la em três segmentos: um segmento no trecho superior, entre os pontos SI11 e SI09, com desvios mais altos (de 8,5 a 11), caracterizando um trecho de maior declividade, menor vazão e, portanto, mais suscetível às mudanças ambientais naturais ou antrópicas; um segmento intermediário entre os pontos SI08 e SI03, com desvios mais baixos (de 4,5 a 7,5), caracterizando um trecho de curso inferior, de planície, maior tamanho e homogeneidade; e um segmento próximo à foz incluindo os pontos SI02 e SI01, onde verifica-se novo aumento do desvio-padrão para valores que variam de 8,5 a 11, em função da influência das águas do Guaíba. O aumento do desvio-padrão a partir do ponto SI04 em direção à foz também pode estar associado aos ritmos inconsistentes de lançamento de esgotos industriais, mais concentrados nesta região.

Teoricamente, a variabilidade da qualidade da água é maior no período de estiagem em relação à cheia, em função do aumento da capacidade de auto-depuração nesta época. Esta tendência confirma-se na análise da amplitude do desvio-padrão ao longo do rio de 8,2 na estiagem e 5,0 na cheia, e pelas médias do desvio-padrão considerando todos os pontos de amostragem, de 8,1 na estiagem e 6,9 na cheia.

O IQA no rio dos Sinos variou de 14 no ponto SI02 em fevereiro de 1991, a 81 nos pontos SI09 e SI11, em junho de 1991 e novembro de 1989, respectivamente. Os pontos que apresentaram os valores mínimos com maior frequência, em cada campanha, foram os pontos SI03 e SI02 em 40 % e 32 % dos meses amostrados, respectivamente. O ponto SI11 foi o que apresentou a maior frequência de ocorrências de valores máximos, correspondendo a 63 % dos meses amostrados. Os pontos SI06 e SI07 nunca apresentaram valores mínimos ou máximos, possivelmente em função da influência de um banhado, que funciona como atenuante das variações ambientais, e por não receber muitas contribuições antrópicas.

5.4 ÍNDICE DE TOXIDEX

Alguns metais são essenciais aos organismos vivos, atuando em conjunto com moléculas orgânicas, mais comumente com enzimas, onde atuam como catalisadores. Estes mesmos metais, quando em concentrações excessivas, passam a atuar como inibidores das atividades enzimáticas. Portanto, os metais pesados, essenciais ou não, são potencialmente tóxicos aos organismos vivos.

A concentração de metais pesados na água reflete o balanço entre o suprimento por lançamento, drenagem e precipitação, a incorporação e a liberação no sedimento e no material biológico.

A acumulação no sedimento resulta da interação de uma série de variáveis como granulometria, hidrologia, condições físico-químicas na interface sedimento-água (pH, oxidação-redução, concentração de sais dissolvidos) e adsorção à argila

e matéria orgânica.

O processo de retirada do metal da água é muito complexo, ocorrendo por trocas iônicas, absorção, adsorção e/ou precipitação. O retorno do metal à fase líquida pode ocorrer por ressuspensão e desadsorção e/ou por outros processos físico-químicos e biológicos.

Os organismos aquáticos retiram e acumulam metais através da cadeia trófica ou diretamente da água, por absorção ou adsorção. A toxicidade dos metais para estes organismos é influenciada por diversos fatores, tais como: forma do metal, presença de outras substâncias tóxicas, condições ambientais (temperatura, condutividade, pH) e do organismo (idade, sexo, tamanho). O efeito de elevadas concentrações de metais na água sobre a biota aquática vão desde trocas morfológicas, inibição do crescimento, alterações do comportamento de locomoção e alimentação, alterações nas reações metabólicas e de reprodução, até a morte dos indivíduos.

Da mesma forma, o homem pode absorver os metais da própria água ou por ingestão dos animais e vegetais que ali vivem. Os efeitos de altas concentrações de metais no homem são específicos de cada metal. Alguns desses efeitos são: corrosão das mucosas, modificações hematológicas, salivagem excessiva, náuseas, vômitos, diarreias, paralisia respiratória e nervosa, cancerígenos, mutagênicos e teratogênicos.

Considerando a alta instabilidade e variabilidade das concentrações de metais na água, limitadas espacial e temporalmente, e a frequência mensal adotada neste trabalho, o período amostrado ainda é curto para uma resposta conclusiva sobre o grau de contaminação por metais pesados no rio dos Sinos.

Tendo em vista que no período amostrado de nov/1989 a out/1991 não se obteve análises de metais pesados em diversos meses, a avaliação de cada metal refere-se ao número total de análises executadas. Os metais considerados pelo IT são: cádmio, chumbo, cobre, cromo total, mercúrio, níquel e zinco. Os resultados obtidos para os metais que ultrapassaram o limite máximo permitido (LMP) são apresentados na tabela 8.

TABELA 8 - FREQUÊNCIA EM QUE OS METAIS PESADOS ULTRAPASSAM O LIMITE MÁXIMO PERMITIDO(LMP)

METAL PESADO	NÚMERO DE ANÁLISES	NÚMERO DE RESULTADOS ACIMA DO LMP	FREQUÊNCIA ACIMA DO LMP (%)
MERCÚRIO	138	5	3,6
NÍQUEL	175	3	1,7
COBRE	176	2	1,1
CROMO TOTAL	174	1	0,6

Observa-se que entre os metais analisados, quatro ultrapassaram o LMP, sendo que o mercúrio é o de maior frequência. O cádmio não foi considerado pois o limite de detecção é superior ao LMP.

A seguir verificou-se somente as ocorrências em que foi ultrapassado o LMP, quando IT = 0 (ver tabela 2). Estas ocorrências são apresentadas na tabela 9.

TABELA 9 - OCORRÊNCIAS EM QUE FOI ULTRAPASSADO
O LIMITE MÁXIMO PERMITIDO (IT = 0)
DOS METAIS PESADOS

OCORRÊNCIA COM IT = 0		METAL QUE ULTRAPASSOU O LMP	CONCENTRAÇÃO (mg/l)		% ACIMA DO LMP
LOCAL	DATA		LMP	ENCONTRADA	
SI06	FEV/91	MERCÚRIO	0,0002	0,0009757	388
SI01	MAR/91		0,002	0,00548	174
SI02	MAR/91		0,002	0,00854	327
SI03	MAR/91		0,002	0,00701	250
SI04	MAR/91		0,002	0,00701	250
SI09	OUT/90	NÍQUEL	0,025	0,028	12
SI03	JUN/91		0,025	0,040	60
SI04	JUN/91		0,025	0,030	20
SI09	SET/91	COBRE	0,02	0,028	40
SI09	JUN/91		0,02	0,034	70
SI05	JUN/91	CROMO TOTAL	0,1	0,141	41

Observa-se na tabela 9 que o mercúrio ultrapassa o LMP em até 388 % e que as ocorrências deste metal localizam-se no trecho SI06 a SI01. O níquel, cobre e cromo total apresentam percentagens superiores ao LMP variando de 12 a 70 %. Observa-se ainda que o mercúrio ultrapassou o LMP sempre na estiagem, enquanto que os demais metais ocorreram sempre na cheia.

As possíveis fontes de metais pesados no rio dos Sinos são de origem agrícola no trecho superior e de origem industrial no trecho inferior.

Em regiões agropastoriais, a contaminação da água por metais é decorrência do uso de fertilizantes e pesticidas. Em toda formulação de pesticidas, existem três classes de componentes: o princípio ativo, os solventes e os coadjuvantes, como agentes de penetração e translocação, corantes, adsorventes e agentes de fluidez, entre outros. Muitos fungicidas contêm moléculas de manganês, cobre e mercúrio, ferro ou zinco no próprio princípio ativo. Sais mercuriais, de chumbo, de cálcio, de níquel, de alumínio e de zinco são muitos usados como coadjuvantes e junto a fertilizantes (BARBERÁ, 1974).

As possíveis fontes de contaminação de origem industrial no trecho inferior do rio dos Sinos são todos os curtumes, todas as metalúrgicas com galvanoplastia e a Amadeu Rossi, armas e munições.

6. CONCLUSÕES

Durante o período estudado - novembro de 1989 a outubro de 1991 - os resultados do IQA aplicado ao rio dos Sinos conduzem às conclusões apresentadas a seguir.

- O rio dos Sinos encontra-se preponderantemente na faixa de qualidade REGULAR. Este comportamento é mais significativo no período de cheia, quando observa-se tendência à recuperação da qualidade da água. No período de estiagem, ao contrário observa-se à diminuição da qualidade, uma vez que há decréscimo de frequência da faixa REGULAR e acréscimo da faixa RUIM.

- A verificação da sazonalidade através da utilização deste Índice de Qualidade da Água não demonstrou resultados satisfatórios, ou seja, a diferenciação da qualidade da água nos períodos de cheia e estiagem não ficou bem evidenciada.

- Em relação aos metais recalcitrantes incorporados ao Índice de Toxidez, cabe ressaltar que, face às limitações espaciais e temporais apresentadas pela metodologia de amostragem, em função da instabilidade dos metais na água, faz-se necessário um período mais amplo de avaliação para estabelecermos uma análise abrangente e conclusiva. Porém, independente do exposto acima, foi possível constatar a ocorrência do mercúrio, níquel, cobre, cromo total, sendo que o mercúrio foi o metal de maiores frequência e concentração. Deve-se ainda constatar que as ocorrências de metais localizam-se a partir de Taquara (ponto SI09) até a foz (ponto SI01). Estas ocorrências devem-se principalmente às atividades agrícolas no trecho superior do rio, enquanto que no trecho inferior são acrescidos os despejos industriais.

- Os Índices de Qualidade da Água obtidos, permitem a divisão do rio em quatro trechos característicos. (figura 10). Cabe ressaltar que os limites destes trechos são aproximados, não existindo uma delimitação geográfica e temporal completamente fixa e estanque.

Os trechos característicos do rio dos Sinos e suas peculiaridades são descritos a seguir:

- A) - trecho de curso superior;**
- predomínio de atividades agropecuárias;
 - abrange os municípios de Santo Antônio da Patrulha, Rolante e Taquara (Pontos S111 A SI09);
 - predomínio das faixas de qualidade boa e/ou regular;
 - médias do IQA entre 60 e 70;
 - alta variabilidade da qualidade da água;
- B) - trecho intermediário;**
- aumento da influência de despejos industriais e domésticos;
 - abrange os municípios de Parobé, Campo Bom e Novo Hamburgo (Pontos SI08 e SI05);
 - predomínio da faixa de qualidade regular;
 - médias do IQA entre 50 e 60;
 - baixa variabilidade da qualidade da água;
- C) - trecho mais crítico;**
- alta concentração populacional e industrial;
 - abrange os municípios de São Leopoldo e Esteio (Pontos SI04 e SI02)
 - predomínio da faixa de qualidade ruim com incidência de muito ruim;
 - médias do IQA entre 40 e 50;
 - variabilidade da qualidade da água de média a alta;
- D) - foz do rio;**
- apresenta uma pequena melhoria na qualidade da água da água e grande influência do refluxo da água do Delta do Jacuí;
 - abrange o município de Canoas (ponto SI01)
 - predomínio da faixa de qualidade ruim;
 - média do IQA entre 50 e 60;
 - alta variabilidade da qualidade da água;

- O ponto S111 é definido como ponto branco da rede de monitoramento. Embora apresente a melhor qualidade da água, esta hipótese não se confirmou pois nunca apresentou faixa de qualidade EXCELENTE e esteve na faixa RUIM em 9 % do período amostrado. A alta variabilidade qualitativa deste ponto, associada à baixa vazão e à existência de pequenas aglomerações, deve ser a causa da não confirmação desta hipótese.

- O fenômeno de refluxo das águas do Delta do Jacuí é observado no ponto SI01, pois ocorre recuperação qualitativa do rio dos Sinos neste ponto. Este fenômeno é mais significativa no período de estiagem.

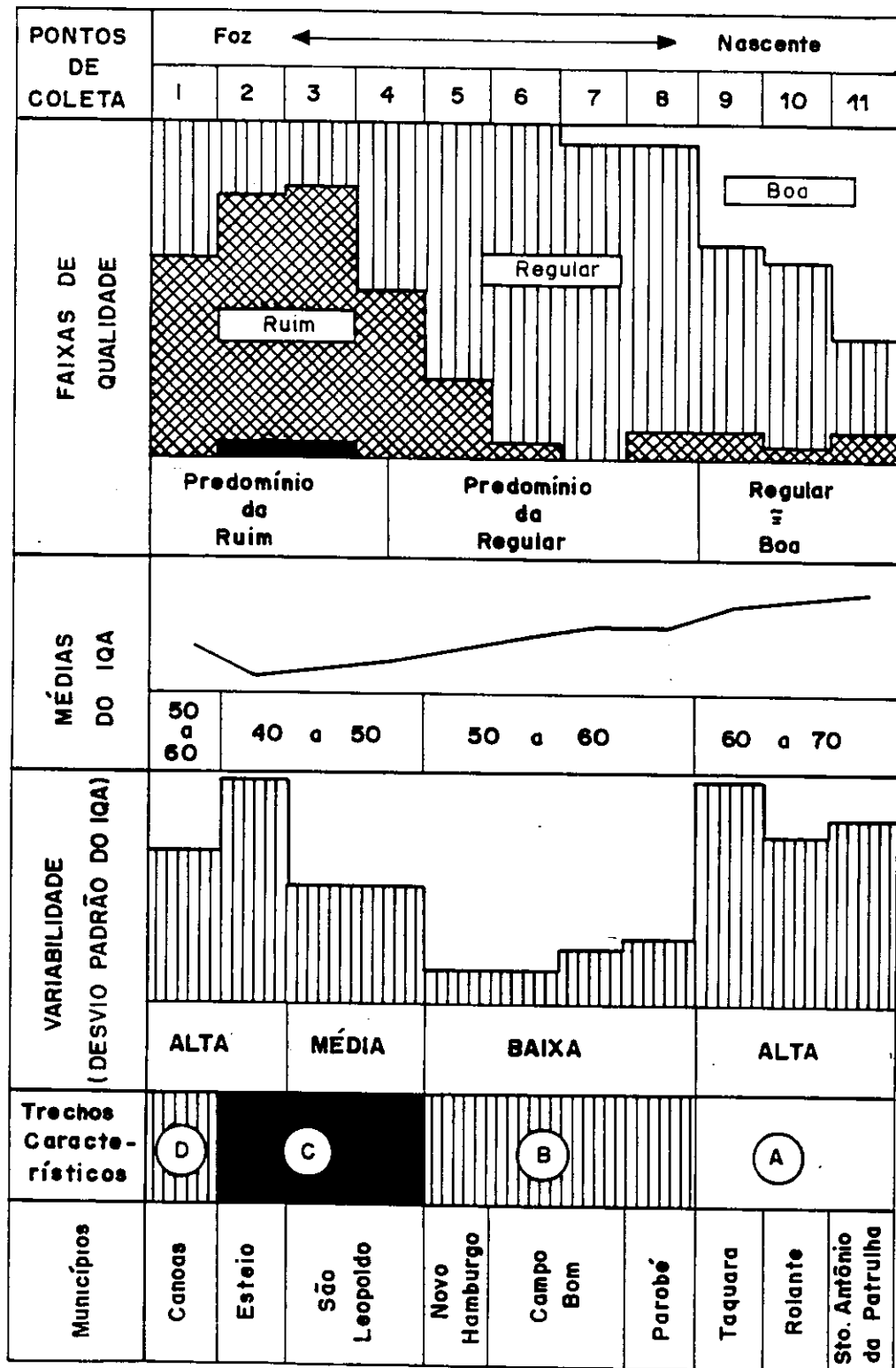


FIGURA 10

QUADRO SÍNTESE: TREÇOS CARACTERÍSTICOS DO RIO DOS SINOS, DE ACORDO COM OS IQAs OBTIDOS NO PERÍODO DE NOV/89 A OUT/91.

- O trecho inferior do rio dos Sinos, mais precisamente a partir do município de São Leopoldo, mostrou-se preocupante em relação à qualidade da água, principalmente devido à sua utilização para usos nobres, como o abastecimento público. Este aspecto é ainda mais preocupante se considerarmos a atual carência de ações de gerenciamento que visem o controle de usos e que conduzam a um processo de efetiva recuperação da qualidade da água.

- O IQA aplicado ao rio dos Sinos mostra-se sensível às características já levantadas nos estudos existentes e permite que se obtenha conclusões importantes sobre o manancial hídrico, podendo ser utilizado como um indicador de qualidade da água. Portanto, o IQA é também válido quando utilizado como um recurso simplificado para a divulgação pública dos aspectos qualitativos da água. Cabe ressaltar que a sua utilização não elimina a necessidade de avaliações técnicas mais acuradas, principalmente no desenvolvimento de programas de controle da poluição.

7. RECOMENDAÇÕES

- A variabilidade observada nos dados obtidos no ponto SIII apontam a necessidade de definição de uma estação de amostragem localizada a montante do referido ponto. Esta nova estação deverá corresponder aos critérios estabelecidos para um ponto branco e deverá ter suas campanhas compatibilizadas ao Programa de Monitoramento do rio dos Sinos.

- As ocorrências de metais e a importância da atividade industrial verificada no Vale do Rio dos Sinos indicam a necessidade de averiguação mais acurada da presença destas substâncias.

Considerando o comportamento dos metais pesados no ambiente aquático é conveniente a execução de um trabalho específico que agregue resultados obtidos em análises de água, peixes e sedimentos.

- Deve ser dada continuidade à obtenção de vazões nos dias de coleta para posterior investigação e caracterização de fenômenos sazonais, avaliação de contribuições ou estabelecimentos de correlações de qualidade x quantidade da água.

- É de fundamental importância a continuidade do Programa Integrado de Monitoramento da Qualidade da Água do Rio dos Sinos e seus Afluentes, pois a obtenção de um período de amostragem mais longo diminuirá a significância de fenômenos atípicos, permitindo avaliar com maior segurança a consistência do método adotado para o IQA, bem como possibilitará a execução de trabalhos técnicos representativos da real condição e evolução da qualidade da água.

8. BIBLIOGRAFIA

1. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 17. ed.. Washington: AWWA/ASCE/APA. 1989.
2. BARBERÁ, C. Pesticidas agrícolas. Barcelona: Omega, 1974. 596 p.
3. COMITESINOS. Utilização de um Índice de Qualidade da Água para o Rio dos Sinos/RS. Porto Alegre, 1990. 43p. il.
4. COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS. Superintendência Regional de Porto Alegre. Informações sobre vazões médias mensais de longo período do Rio dos Sinos. Porto Alegre, outubro de 1991.
5. CONTE, Stella Maris et al. Relatório da análise da comunidade bentônica do Rio dos Sinos: outubro de 1989 a setembro de 1990.
6. DUNNETE, D.A. A geographically variable water quality index used in Oregon. J. Water Pollution Control Federation, v. 15, n. 1, p. 53-61, 1979.
7. KANTIN, R., NIEINCHESKI, L. F. Comportamento físico-químico do mercúrio no ambiente marinho. Acta Toxicológica, Pelotas, v. 2, n. 1, p. 9, 1979.
8. PACHECO, Janine Haase. Avaliação das concentrações de metais pesados encontrados em peixes da bacia hidrográfica do Guaíba: relatório. Porto Alegre: DMA, 1984.
9. PORTO ALEGRE. PREFEITURA MUNICIPAL. DMAE/CESB. Qualidade sanitária do Rio dos Sinos. Porto Alegre: DMAE/CESB, 1981. 77p. il.

10. RIO GRANDE DO SUL. Decreto Legislativo nº 6.034, de 1º de agosto de 1990. Aprova Convênio de Cooperação Técnica que entre si celebrem a Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente, a Companhia Riograndense de Saneamento, o Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica, o Departamento Municipal de Águas e Esgotos do Município de São Leopoldo, a Fundação Metropolitana de Planejamento e o Comitê de Preservação, Gerenciamento e Pesquisa do Rio dos Sinos. Diário Oficial (do Estado do Rio Grande do Sul), Porto Alegre, v. 49, n. 152, p. 4, agosto, 1990.

11. RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DA SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE. DMA. Levantamento de metais pesados em ambientes aquáticos: relatório. Porto Alegre: DMA, 1982.

12. RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DA SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE. DMA. Caracterização e importância dos parâmetros da Rede Básica de Monitoramento: estabelecimento de padrões ambientais segundo os usos existentes da água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1983, Balneário de Camboriú. Anais ... Balneário de Camboriú, ABES, 1984.

13. SCHAFFER, D., JANARDAN, K. G. Communicating environmental information to the public: a new water quality index. J. Environ. Educ., v.8, n.4, p. 18-26, 1977.

14. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Quality criteria for water. Washington: EPA, 1976. 501 p.

15. _____ . Water quality criteria. Washington: EPA, 1972.

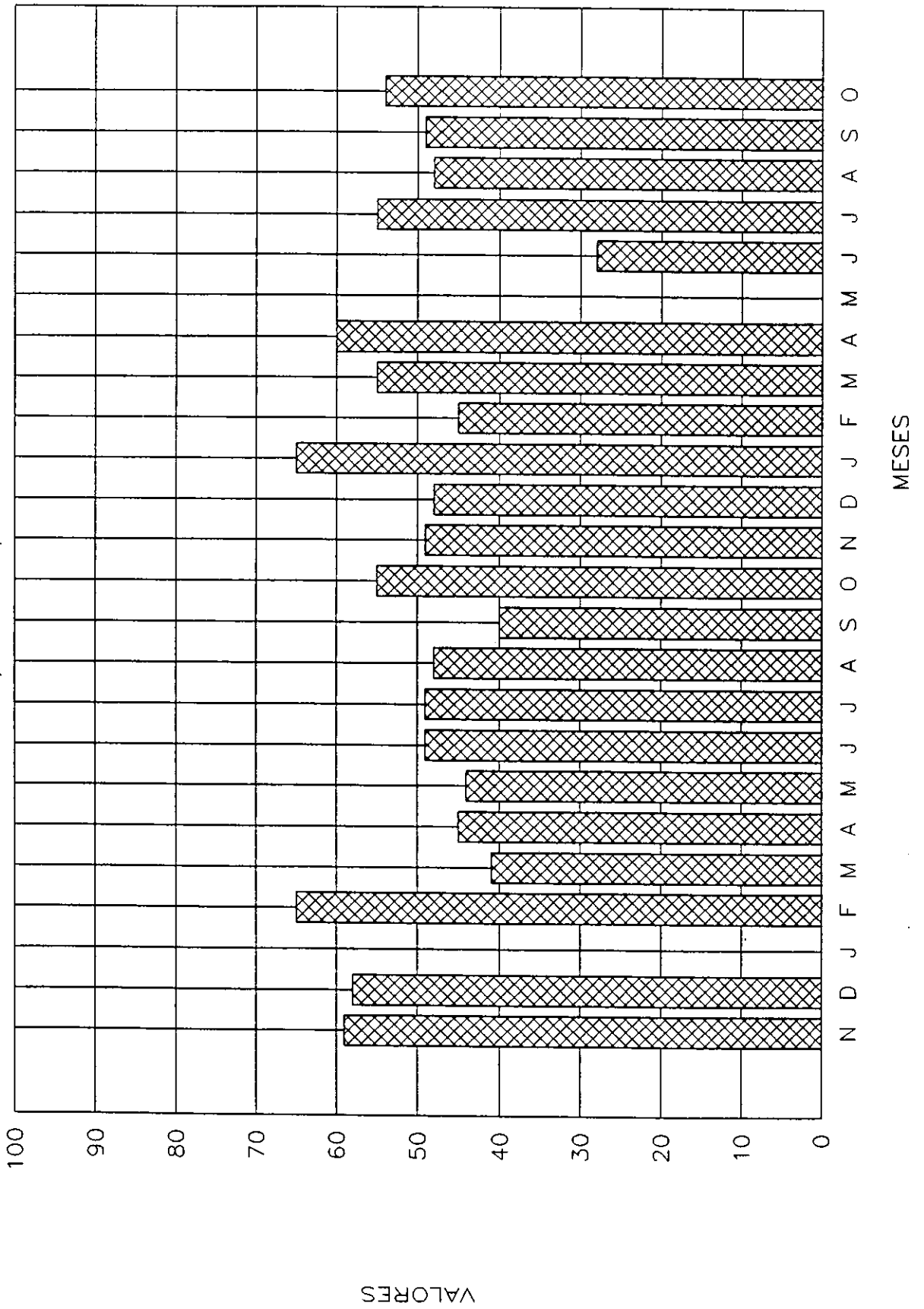
9.ANEXOS

ANEXO I

Varição do IQA em cada ponto de amostragem do rio dos Sinos , de novembro/89 a outubro/91.

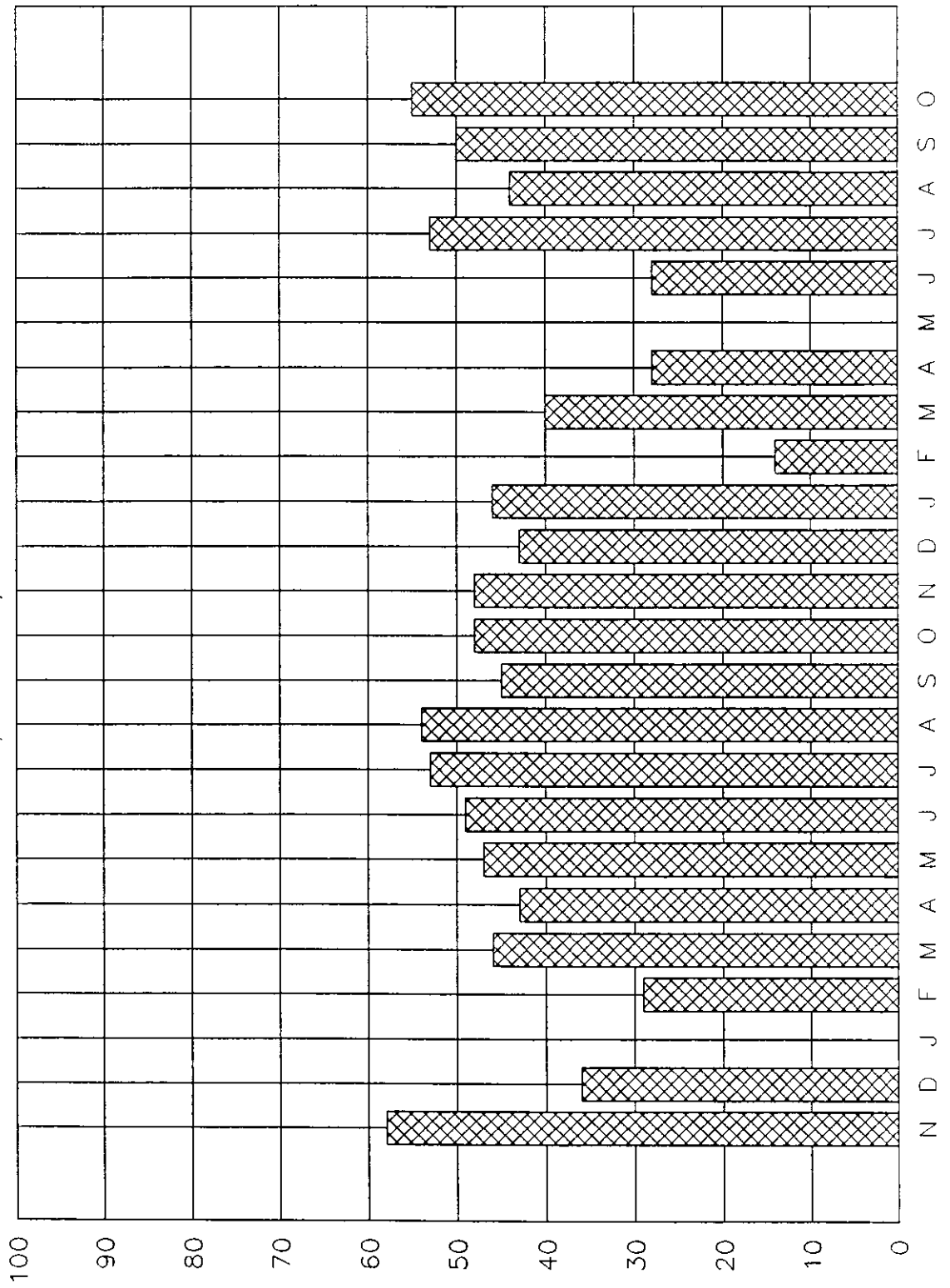
IQA - SI01

NOV/89 A OUT/91



IQA - SI02

NOV/89 A OUT/91



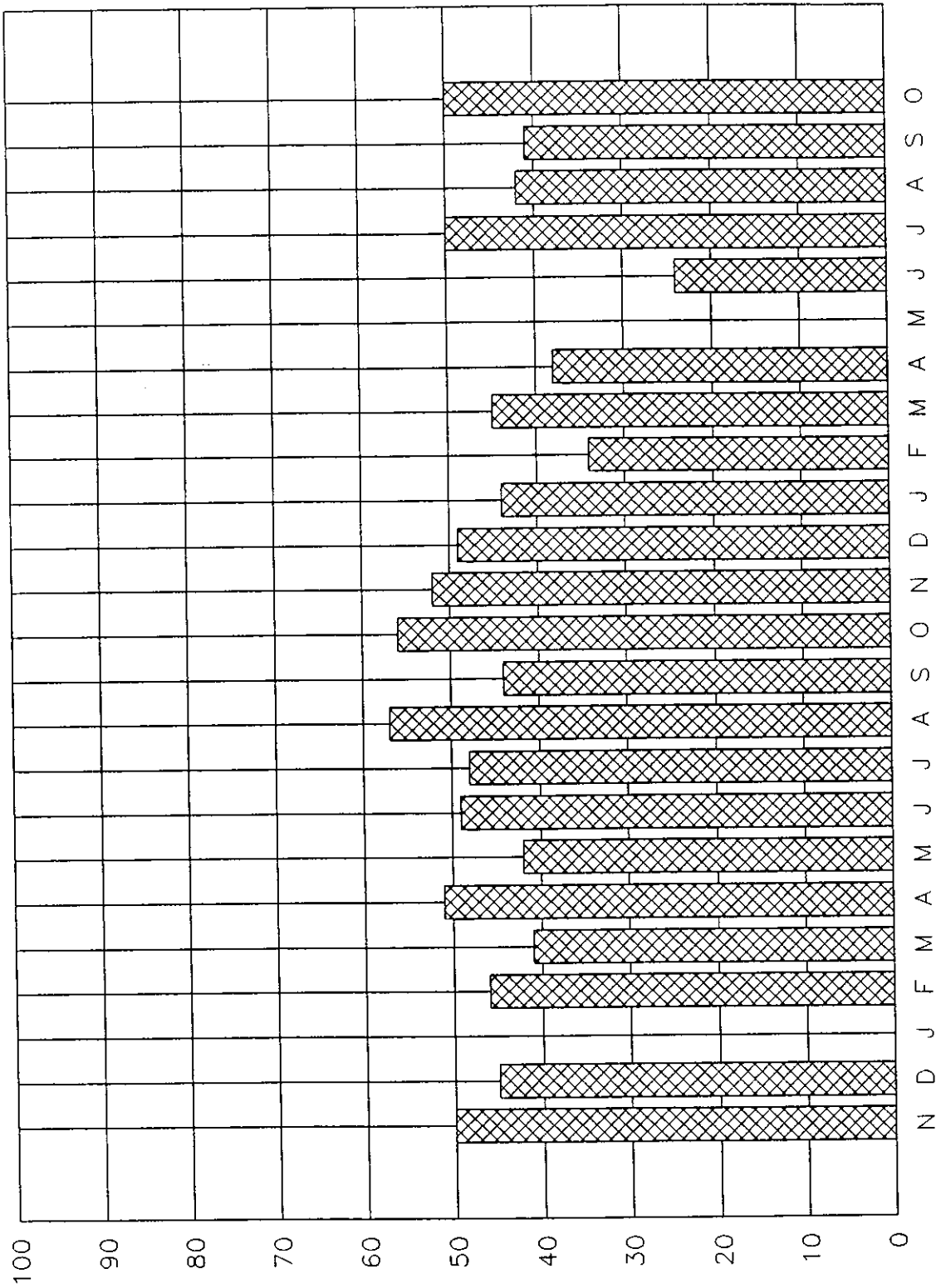
VALORES

MESES

MESES

IQA -- SI03

NOV/89 A OUT/91

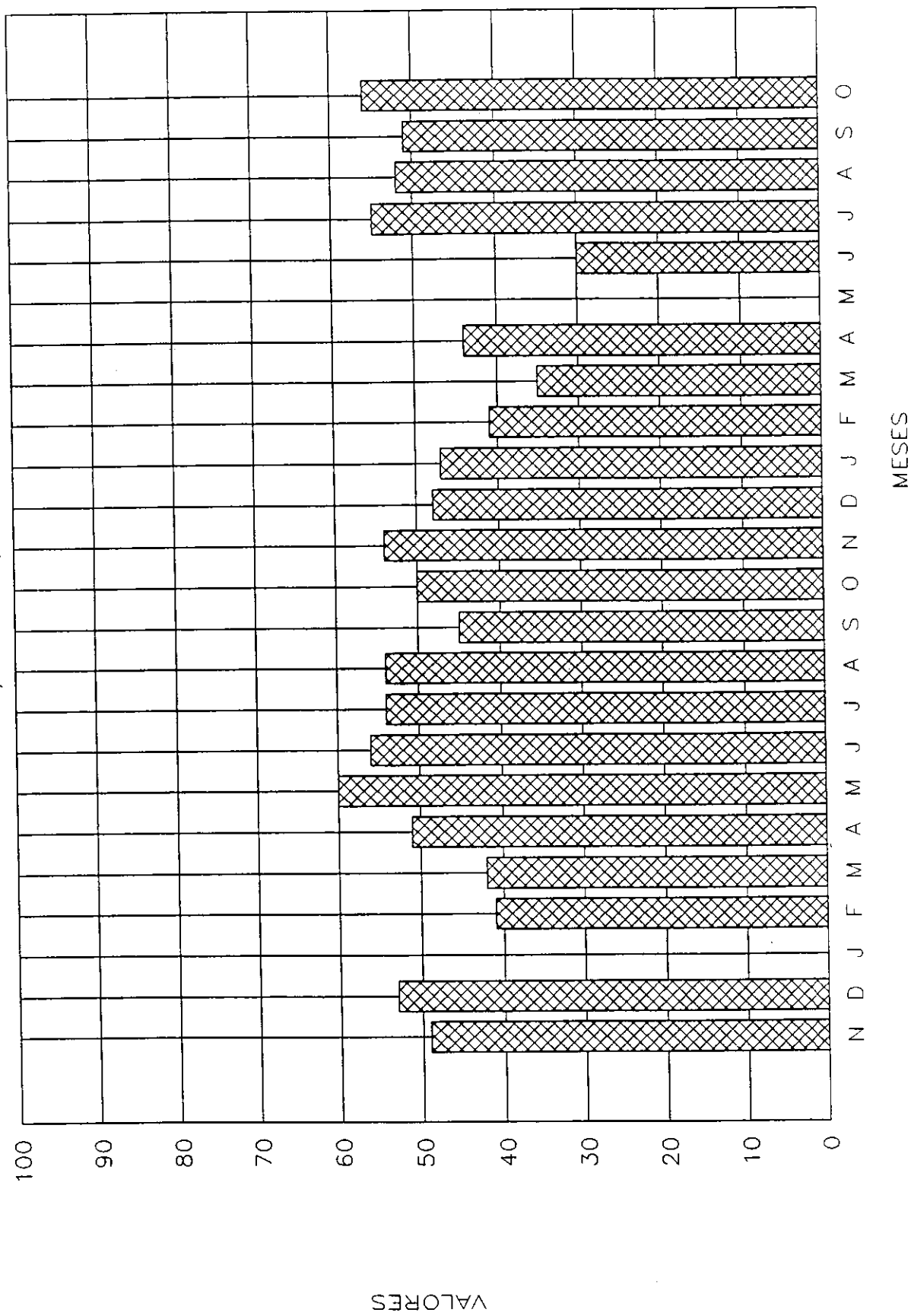


MESES

VALORES

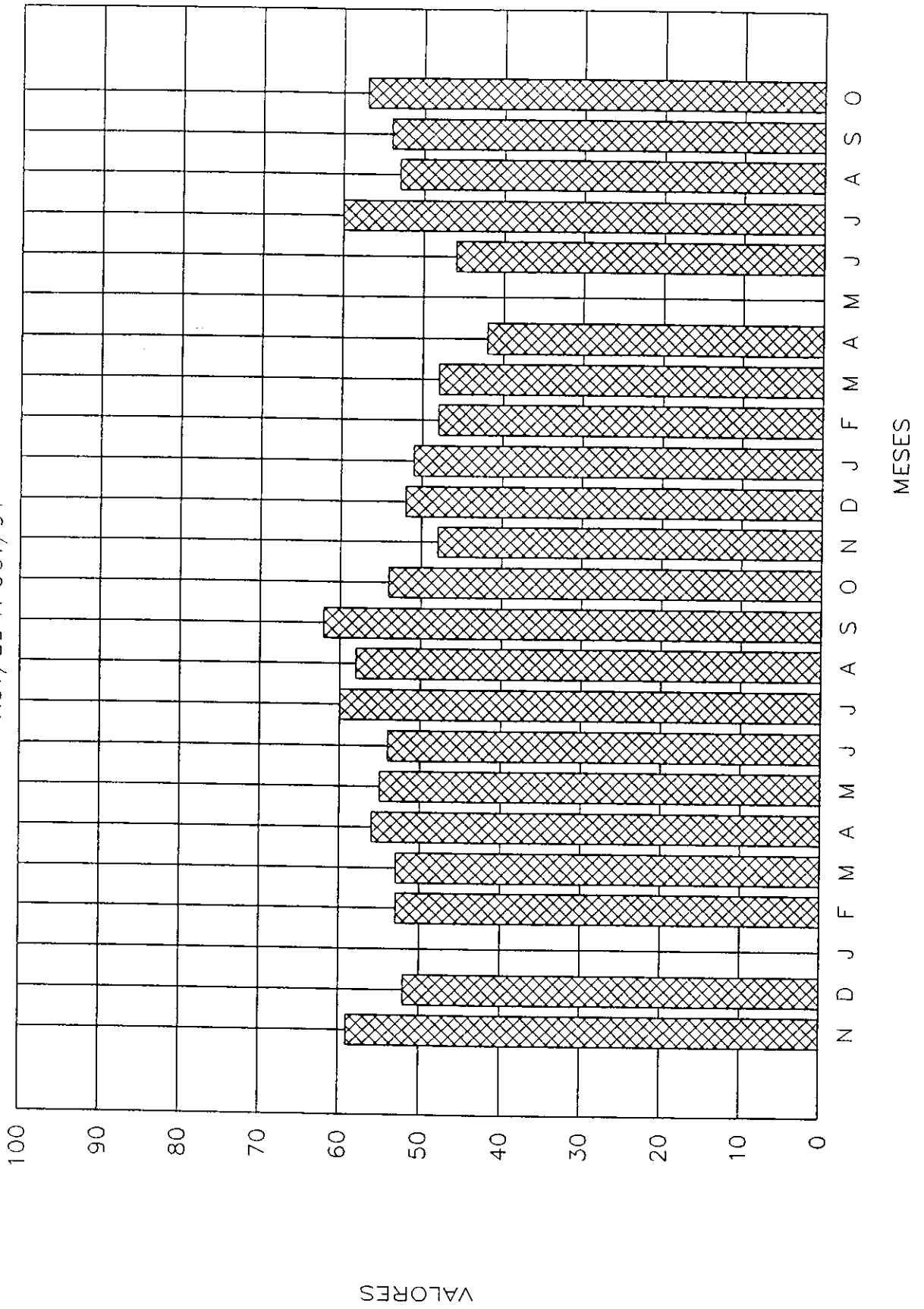
IQA - SI04

NOV/89 A OUT/91



IQA - SI05

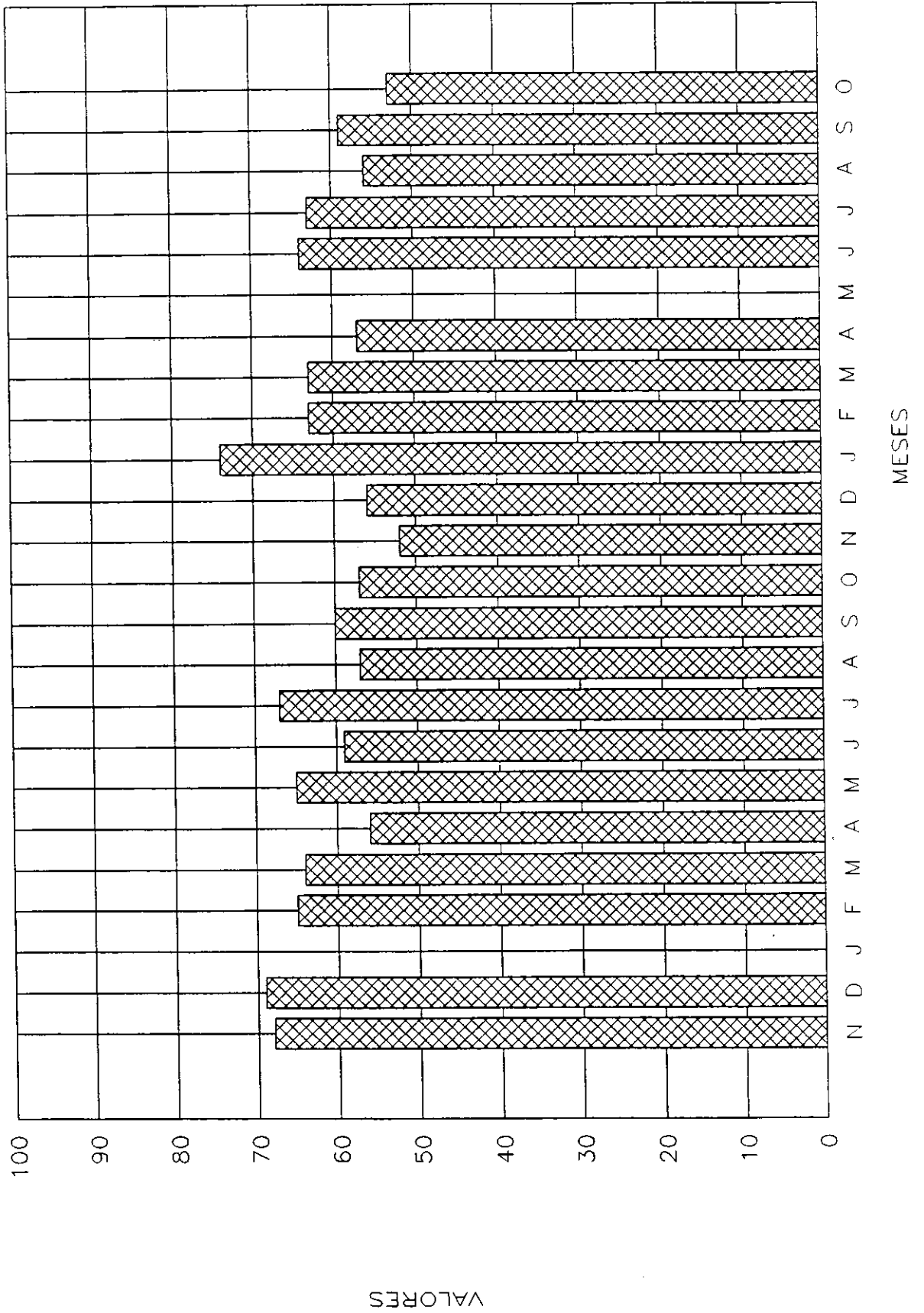
NOV/89 A OUT/91



MESES

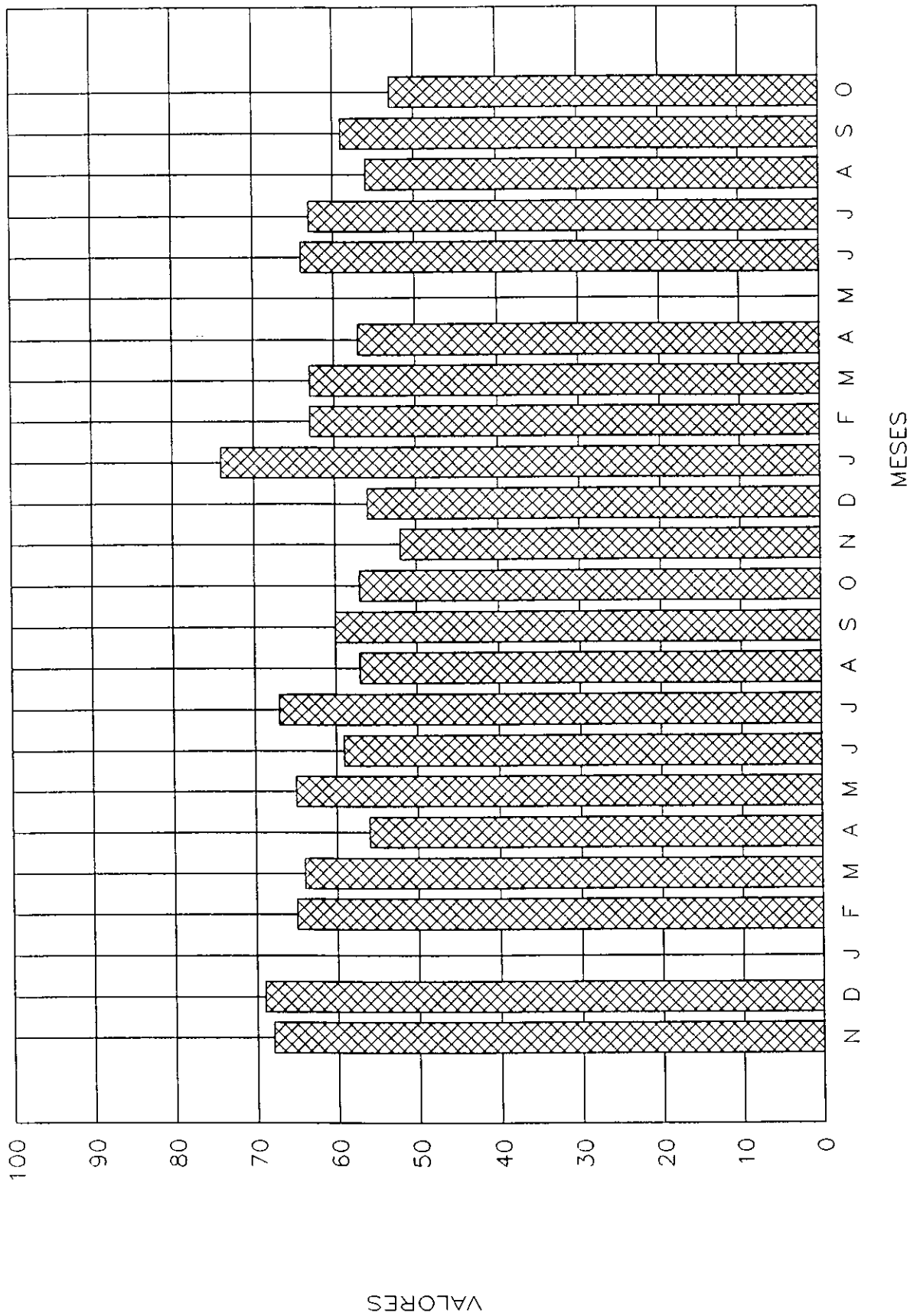
IQA - SI06

NOV/89 A OUT/91



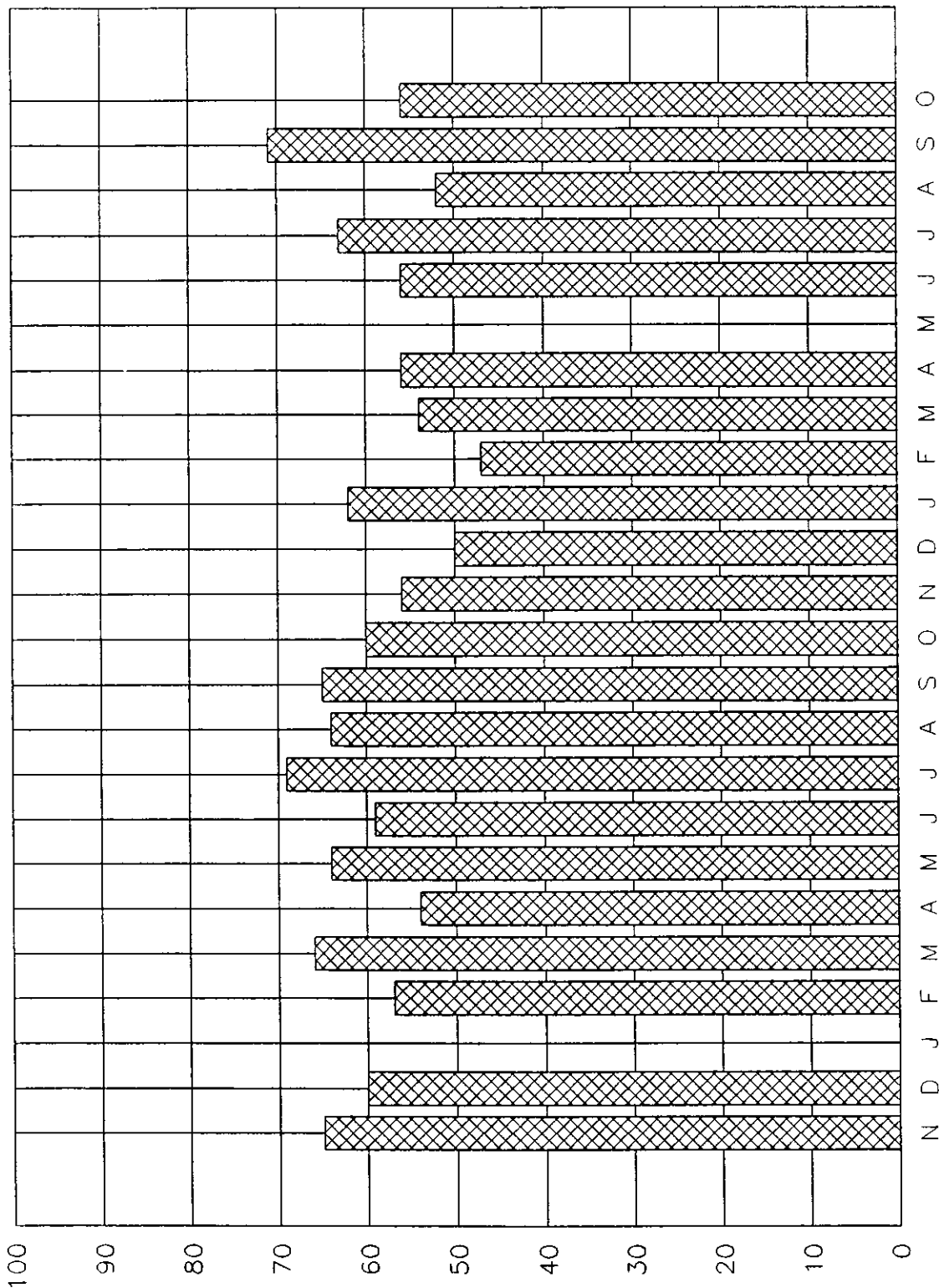
IQA - SI07

NOV/89 A OUT/91



IQA - SI08

NOV/89 A OUT/91

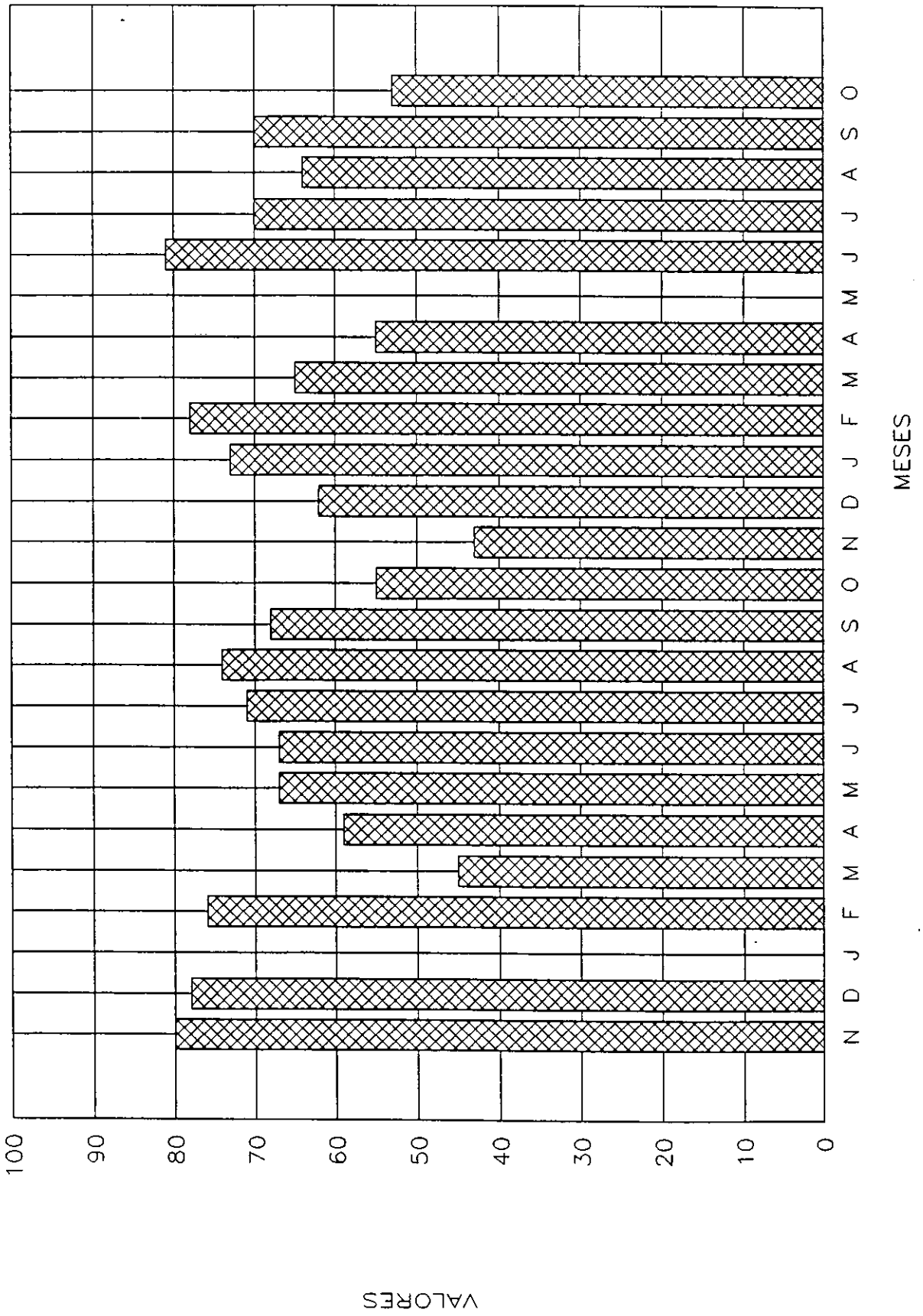


VALORES

MESES

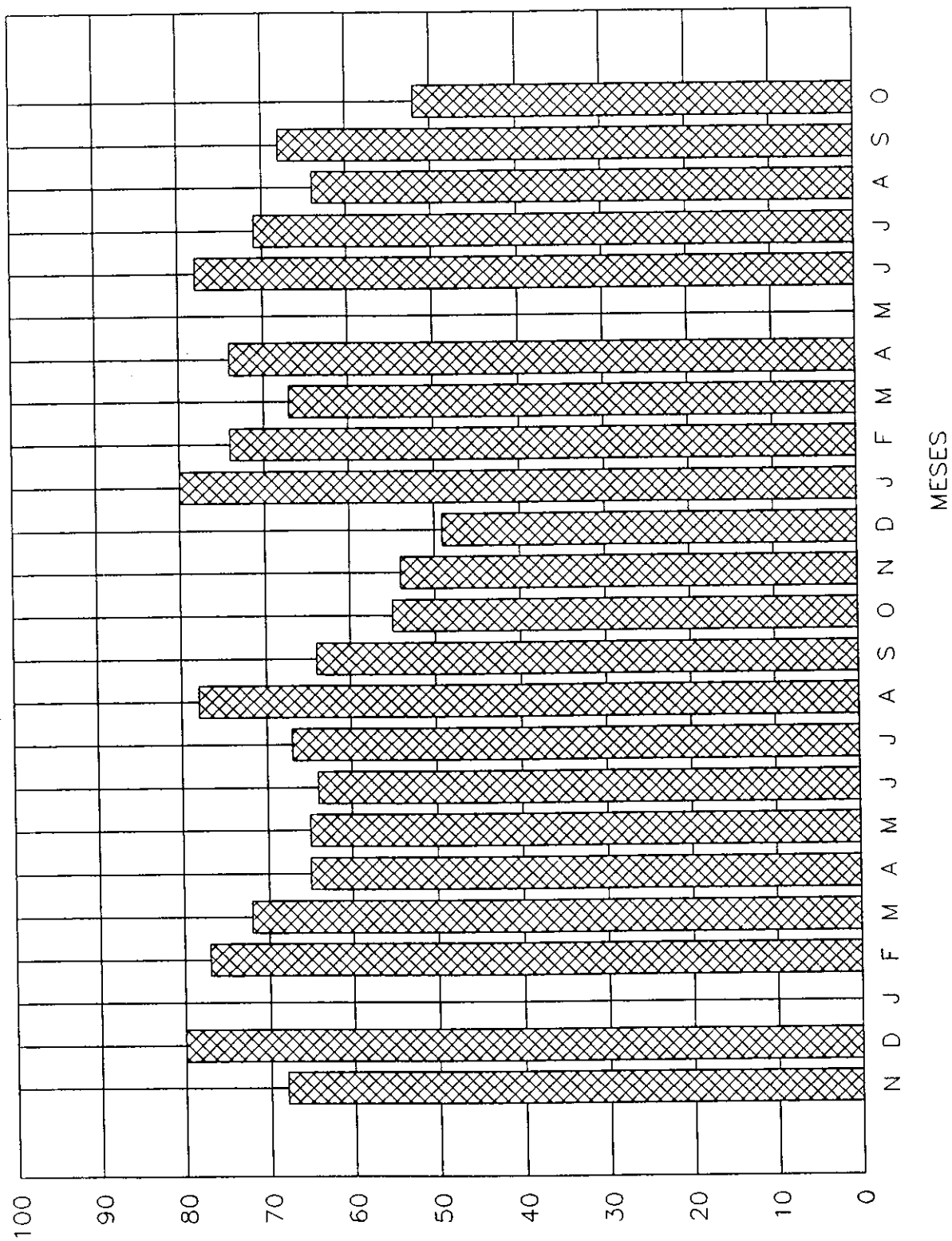
IQA - SI09

NOV/89 A OUT/91



IQA - SI10

NOV/89 A OUT/91

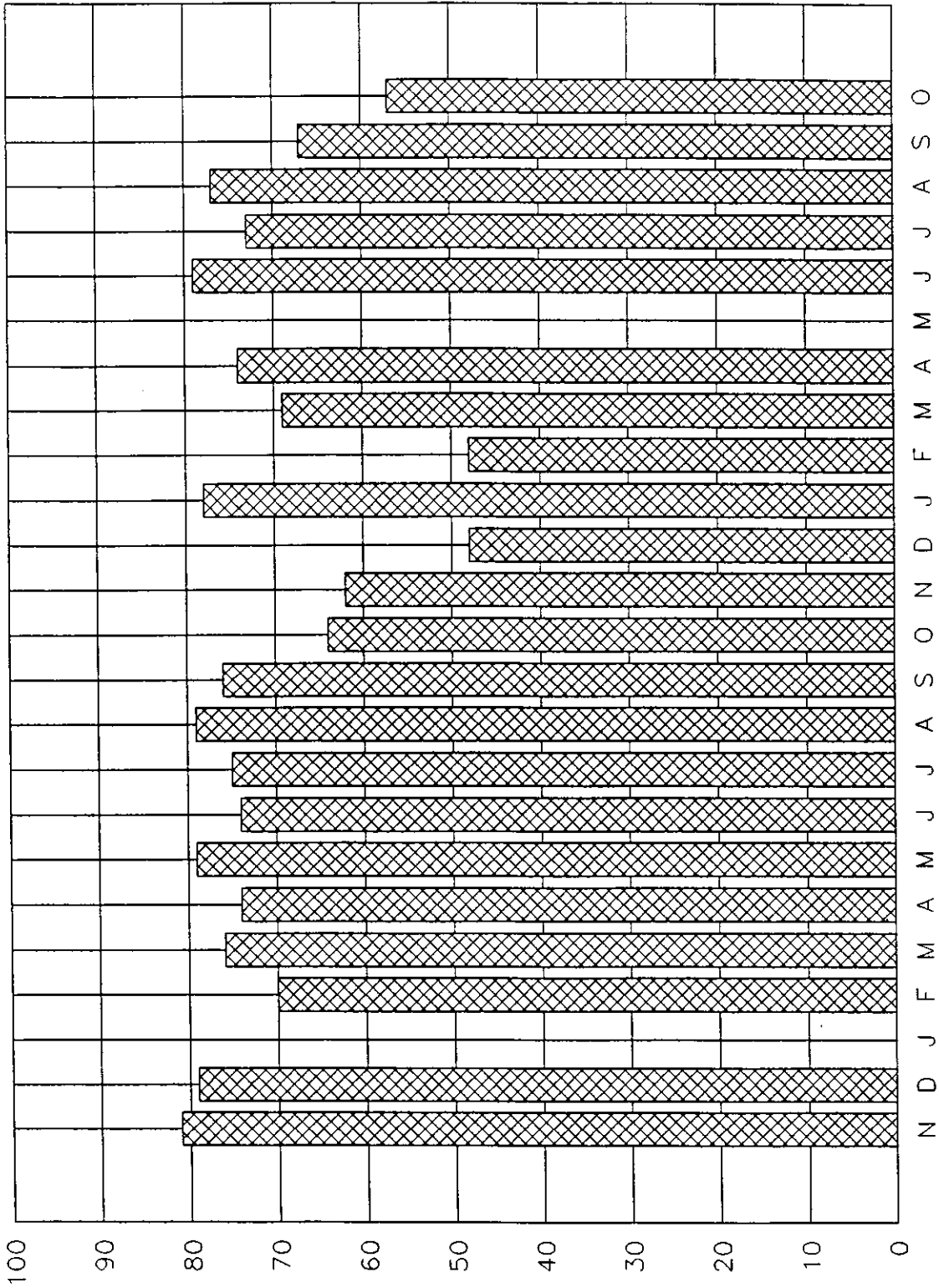


VALORES

MESES

IQA - SI11

NOV/89 A OUT/91



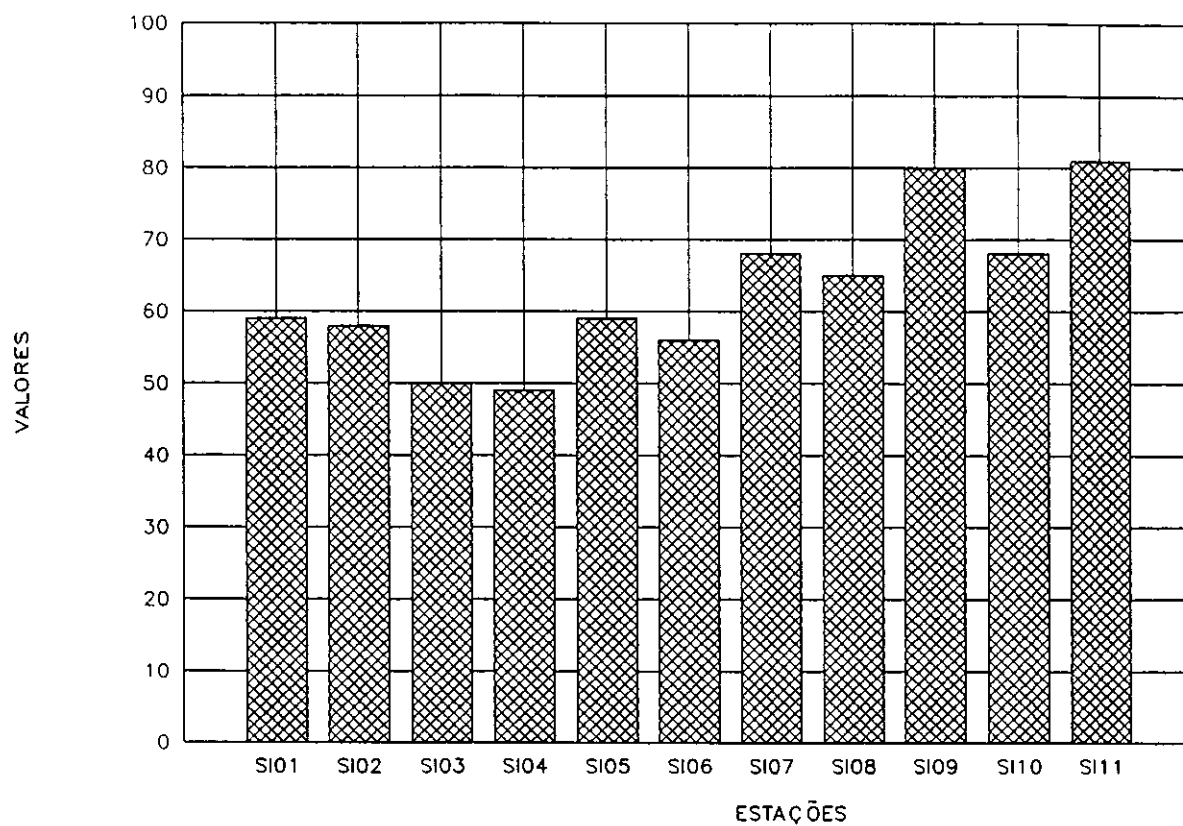
MESES

VALORES

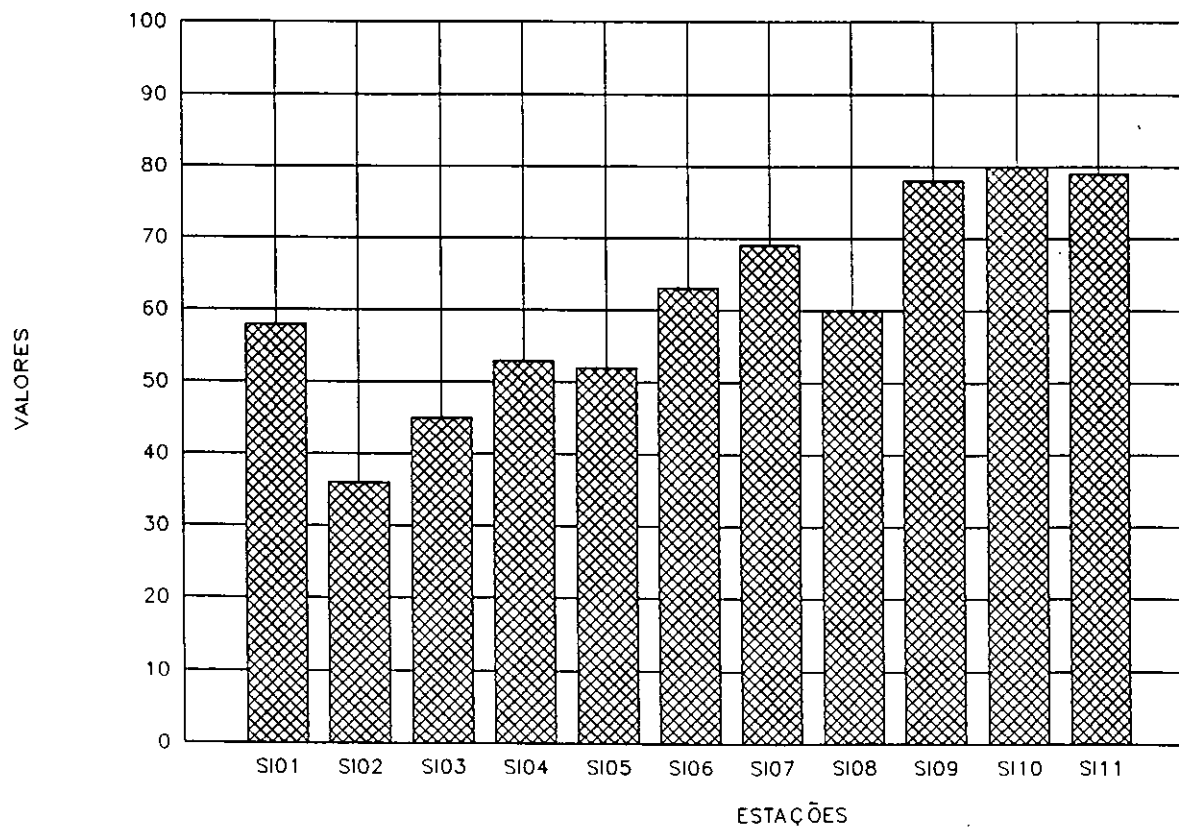
ANEXO II

Variação do IQA em cada mês ao longo do rio dos Sinos.

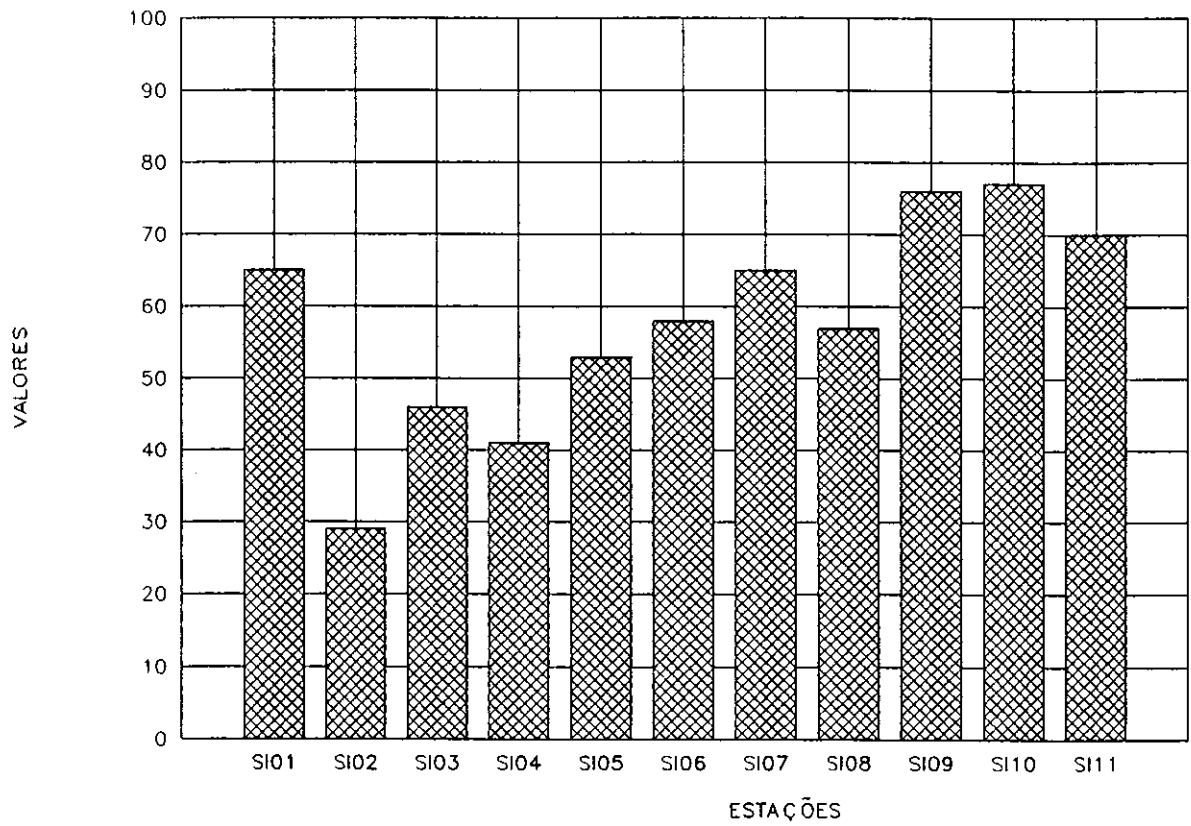
IQA - NOVEMBRO/89



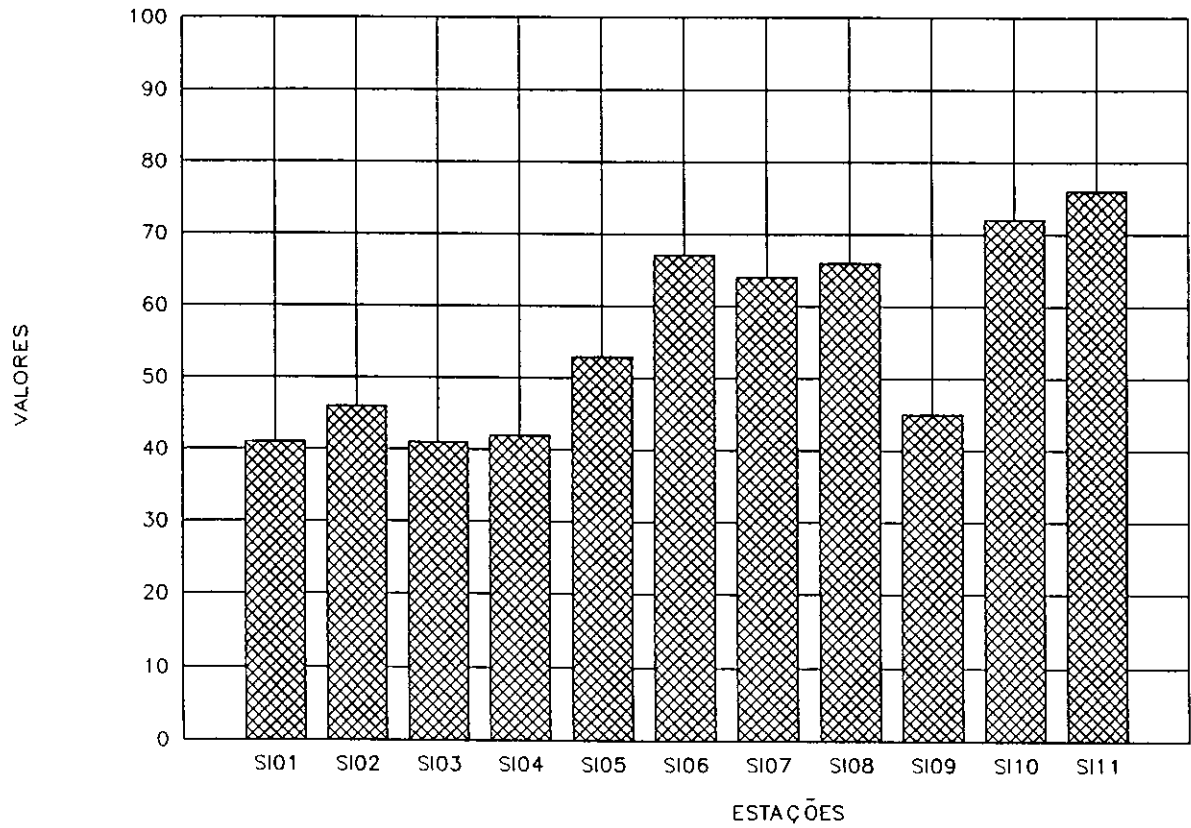
IQA - DEZEMBRO/89



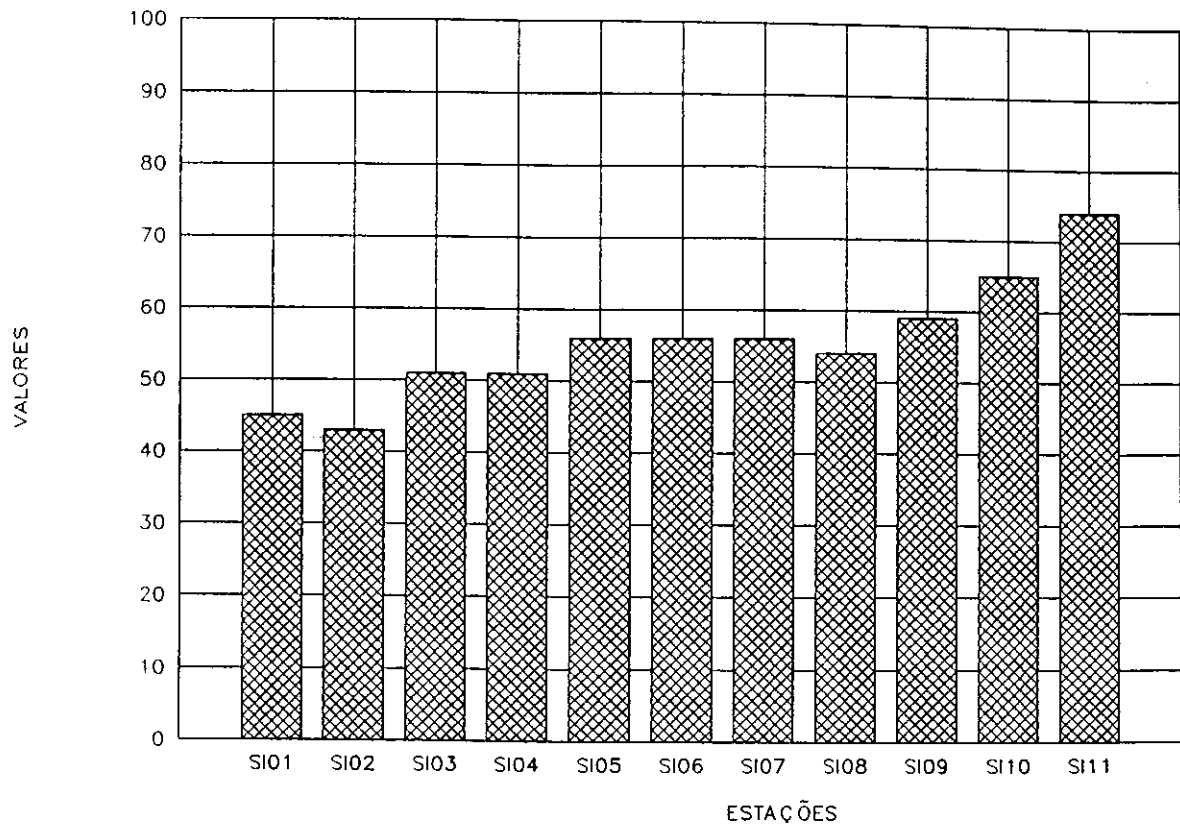
IQA - FEVEREIRO/90



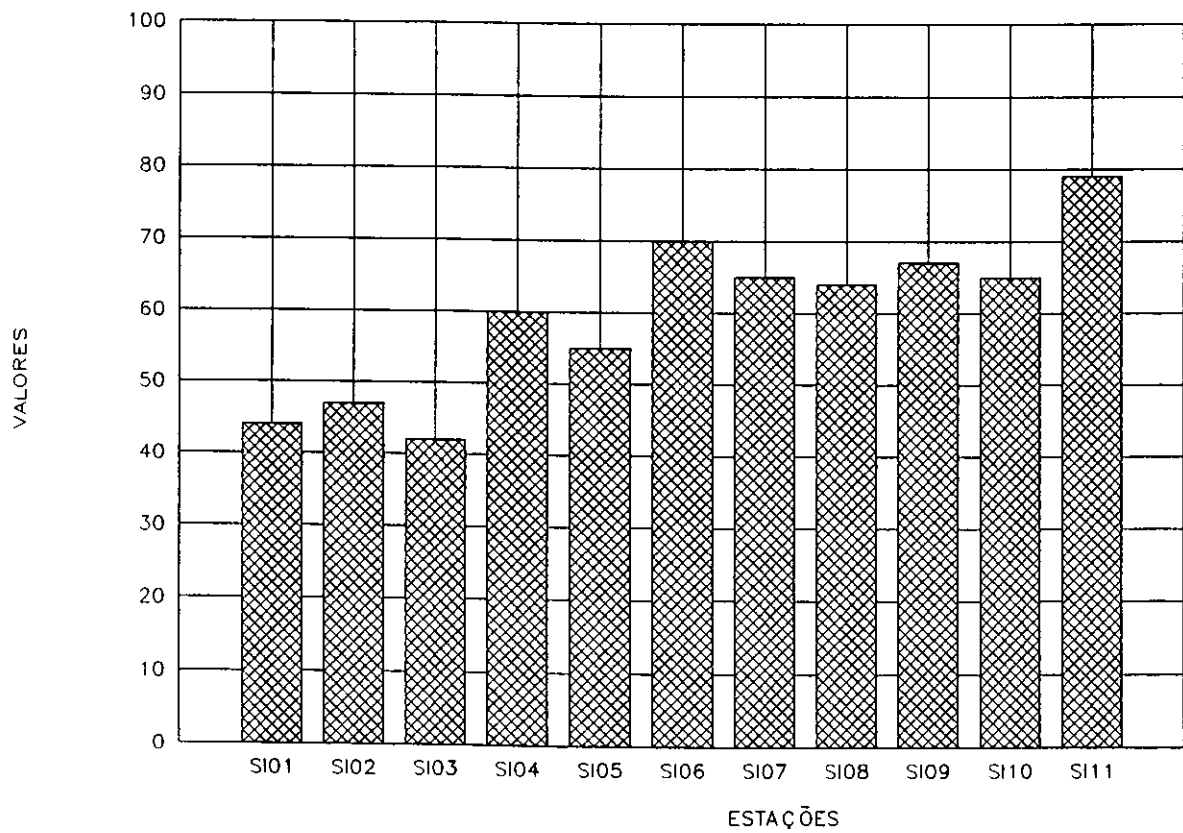
IQA - MARÇO/90



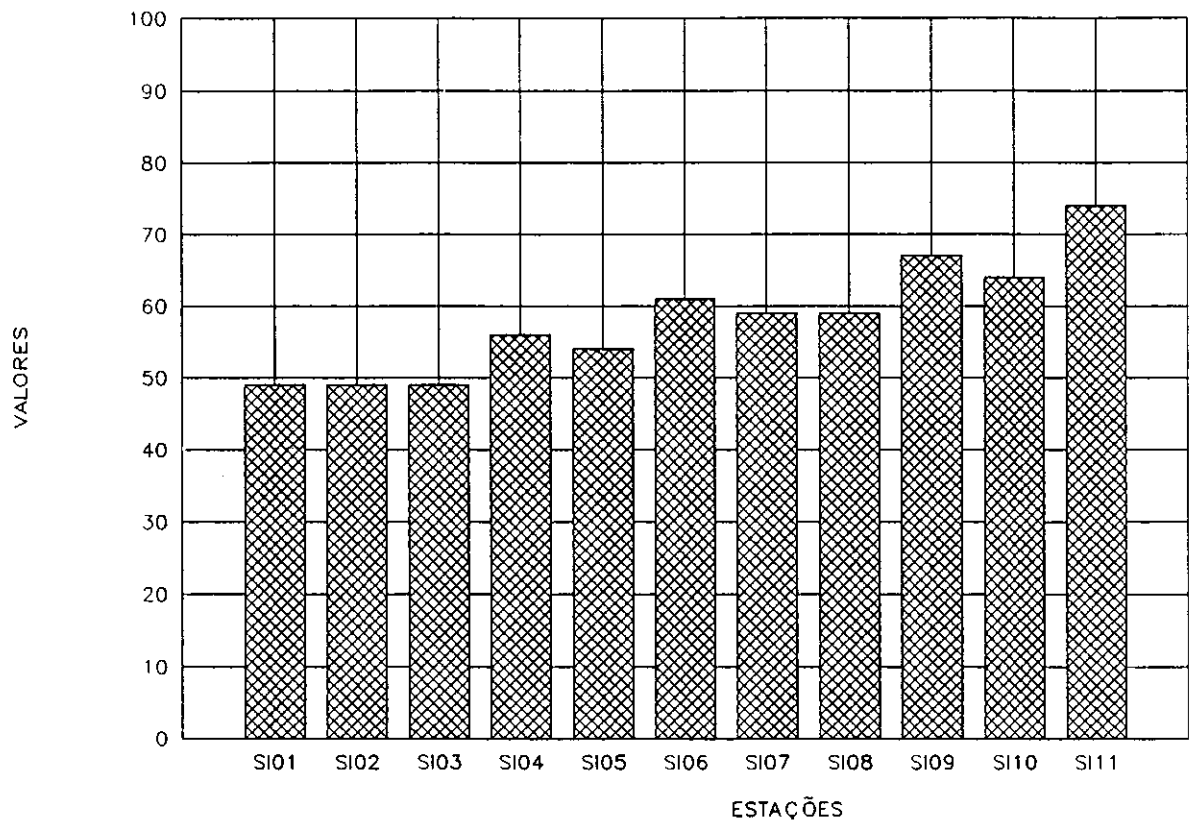
IQA - ABRIL/90



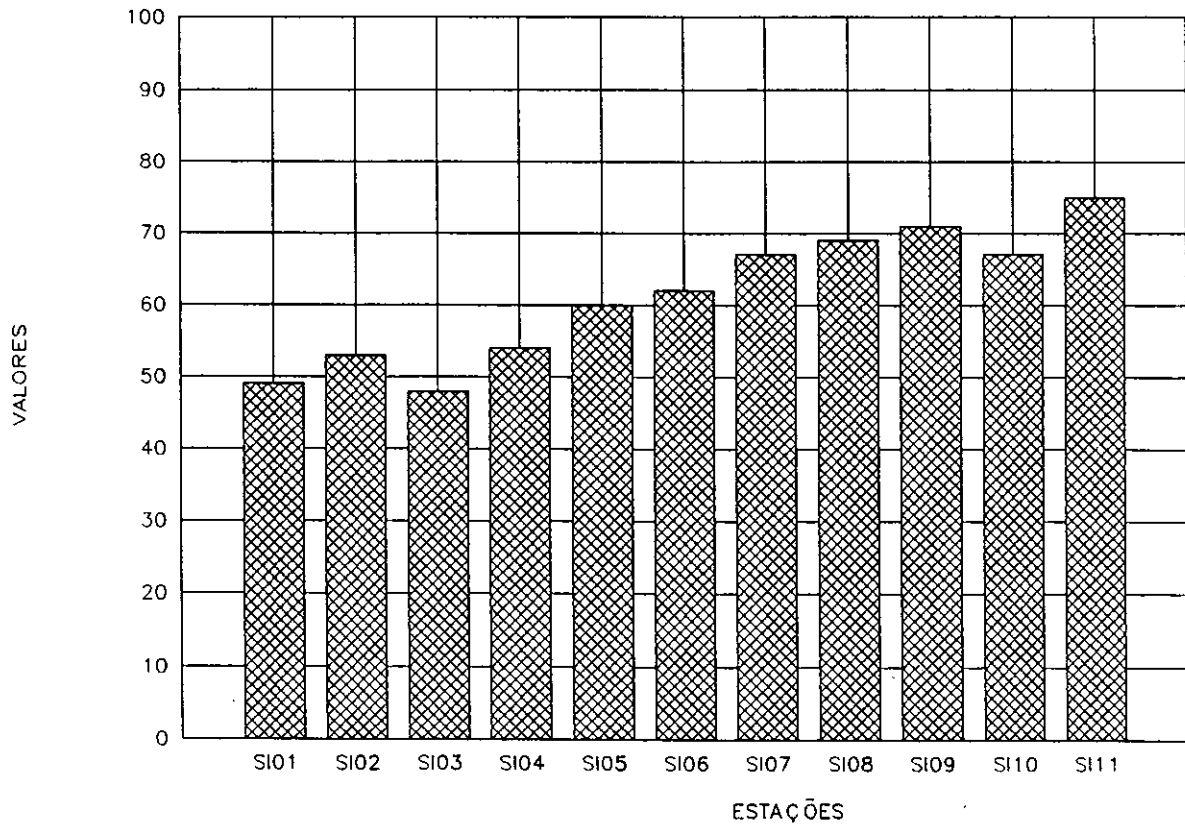
IQA - MAIO/90



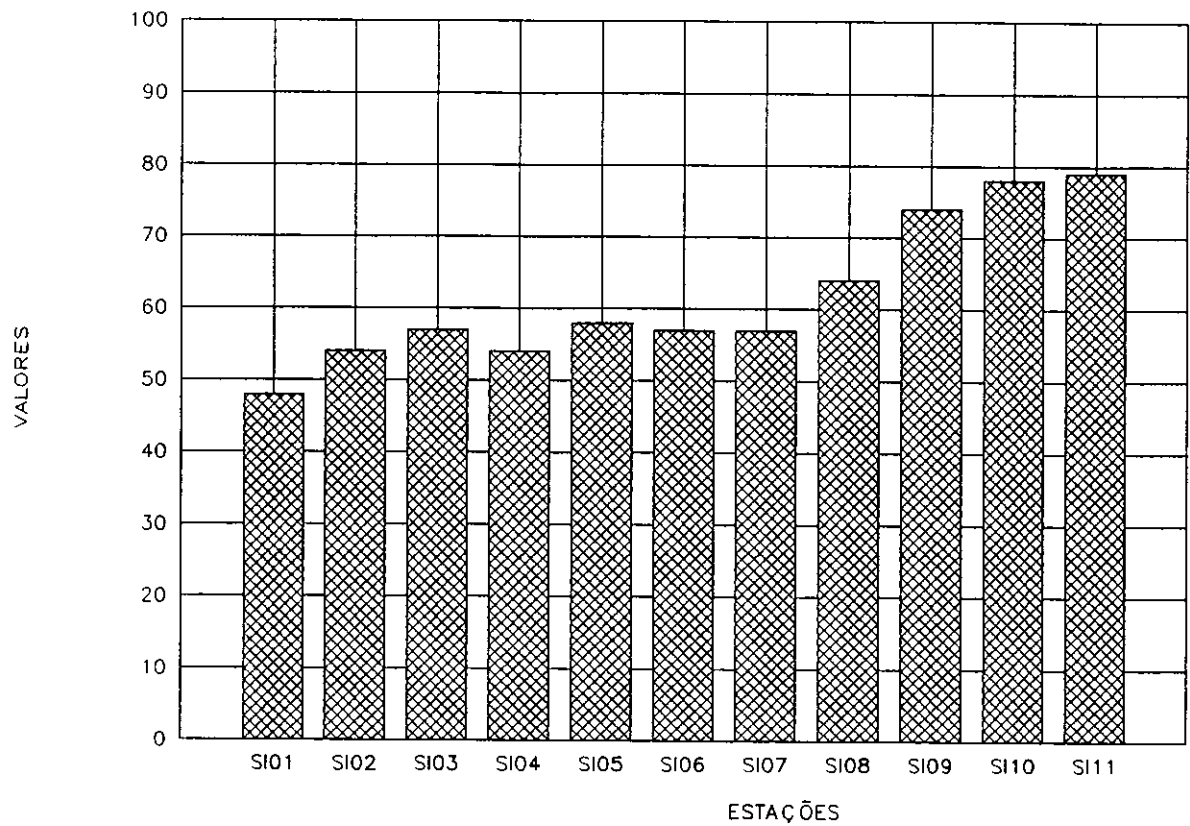
IQA - JUNHO/90



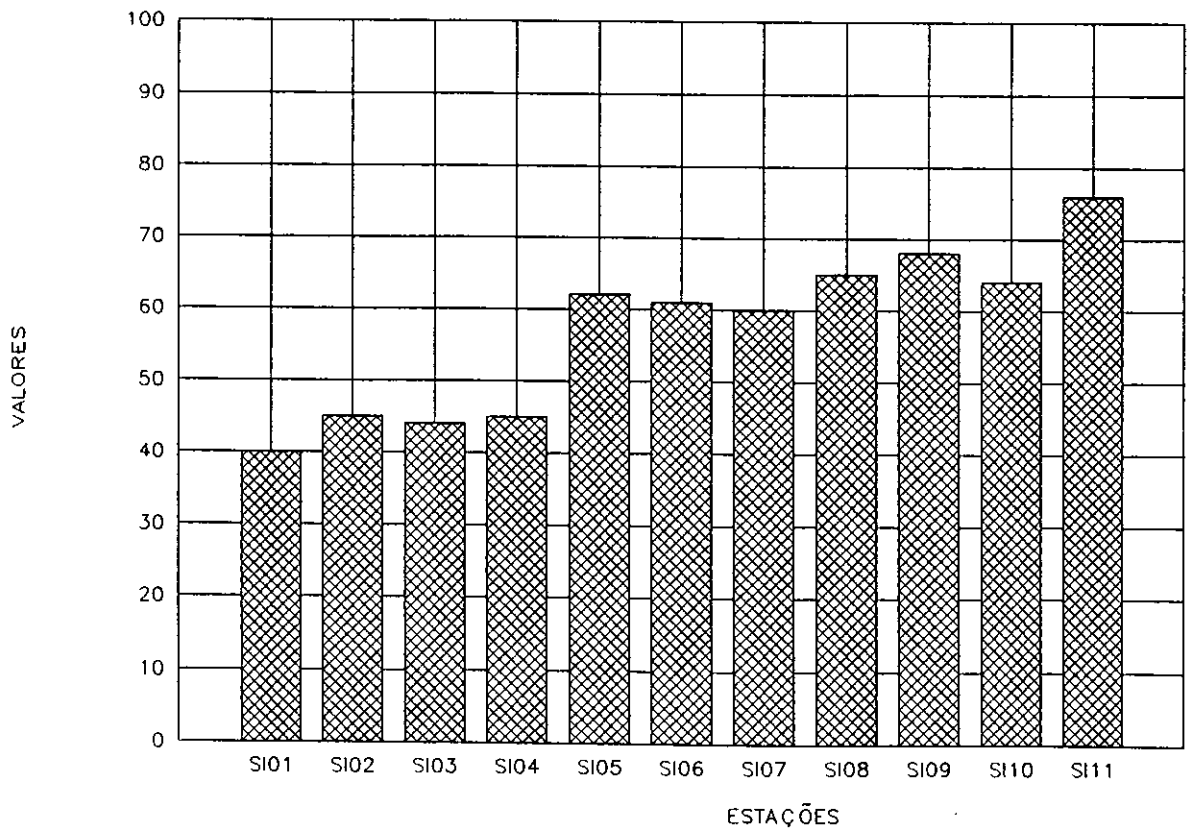
IQA - JULHO/90



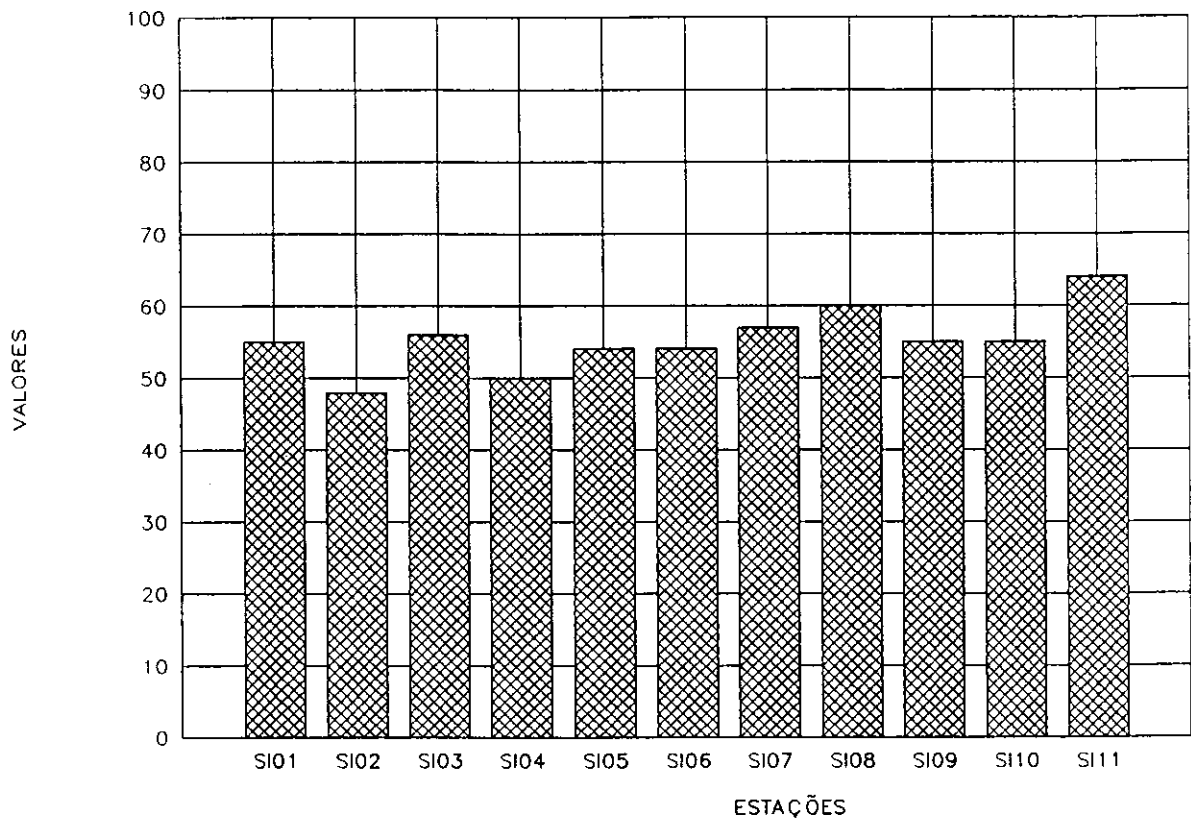
IQA - AGOSTO/90



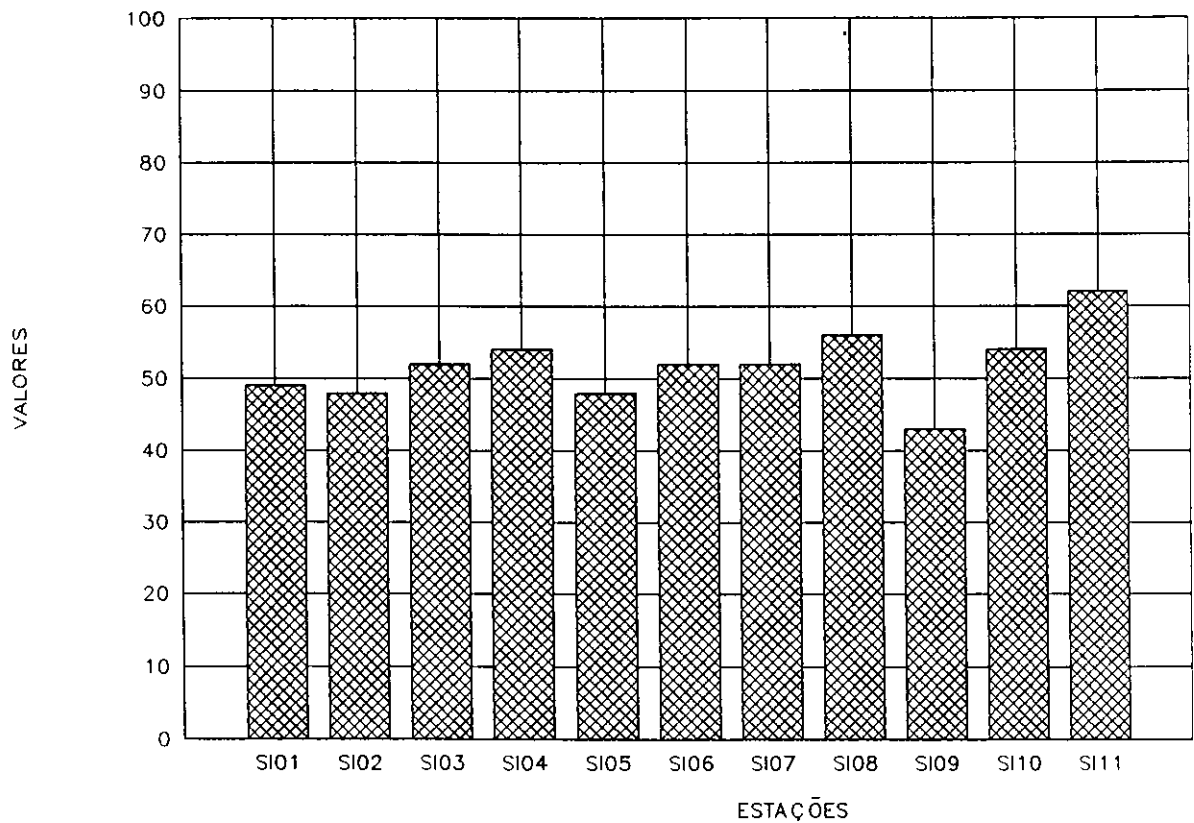
IQA - SETEMBRO/90



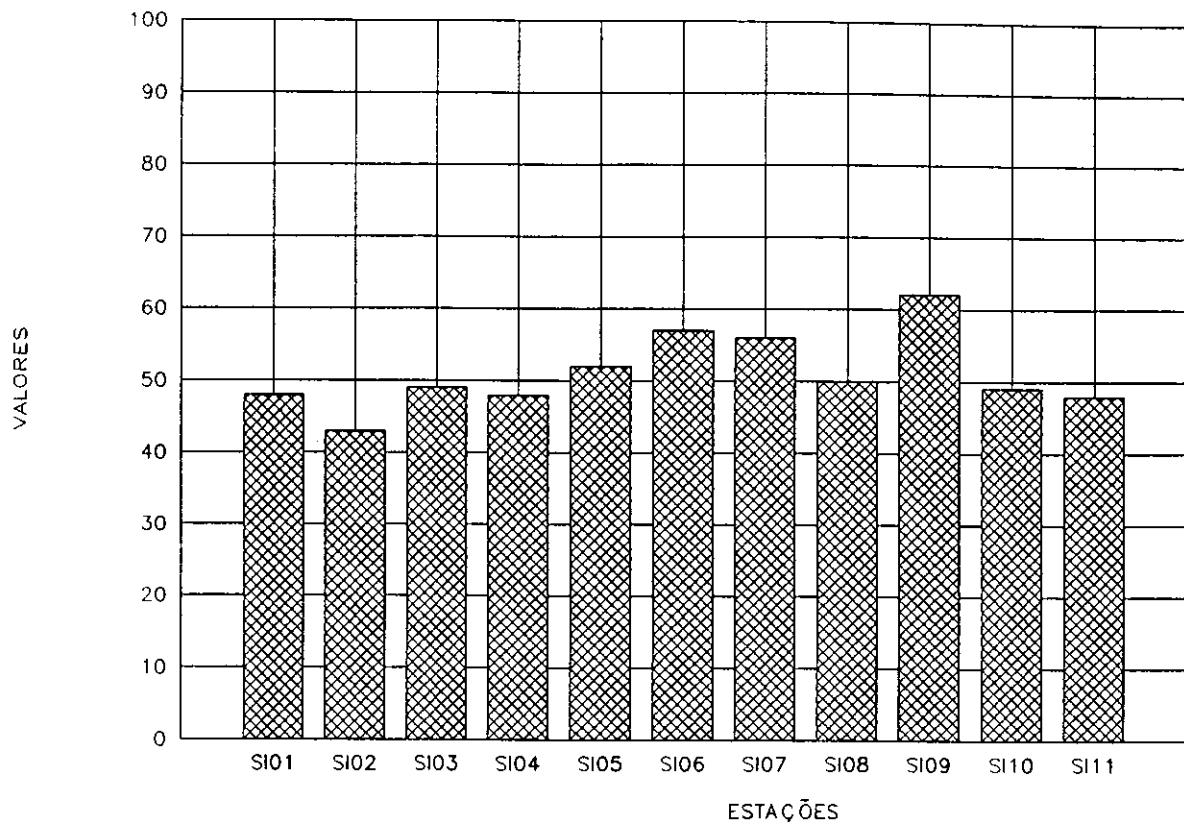
IQA - OUTUBRO/90



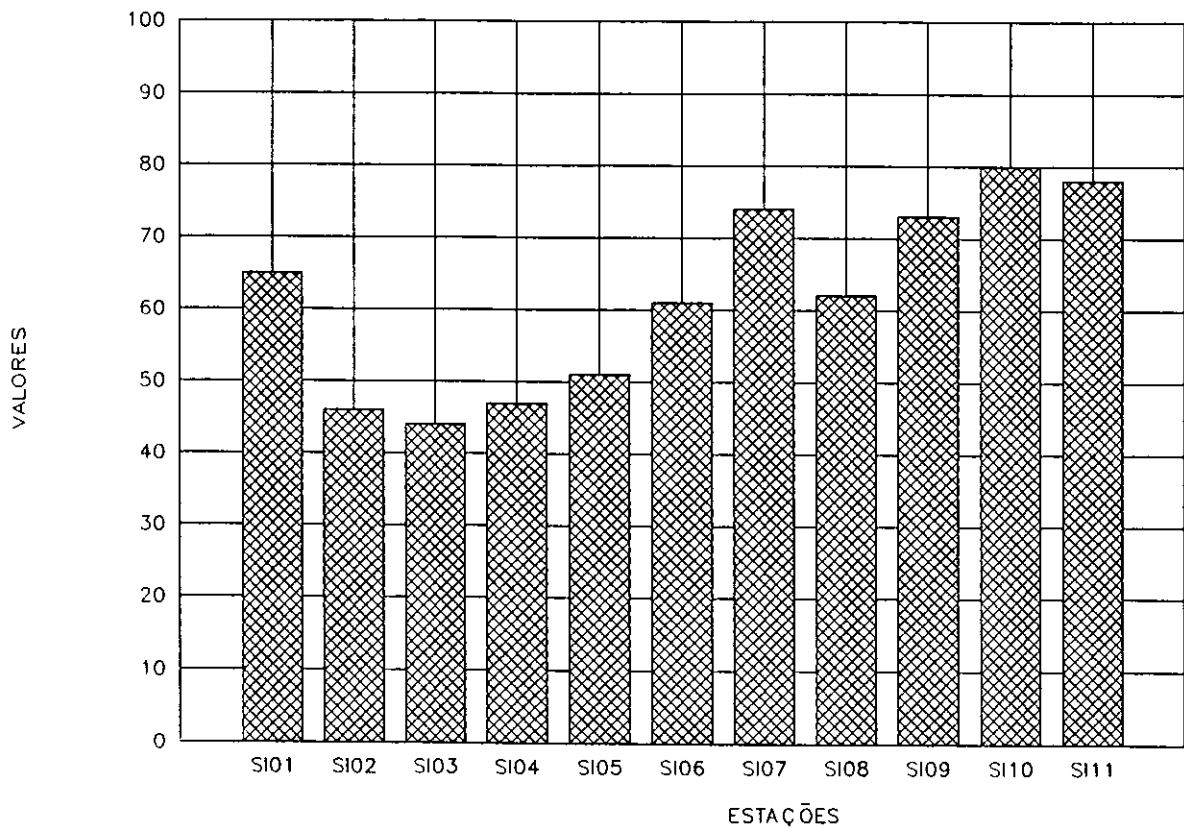
IQA - NOVEMBRO/90



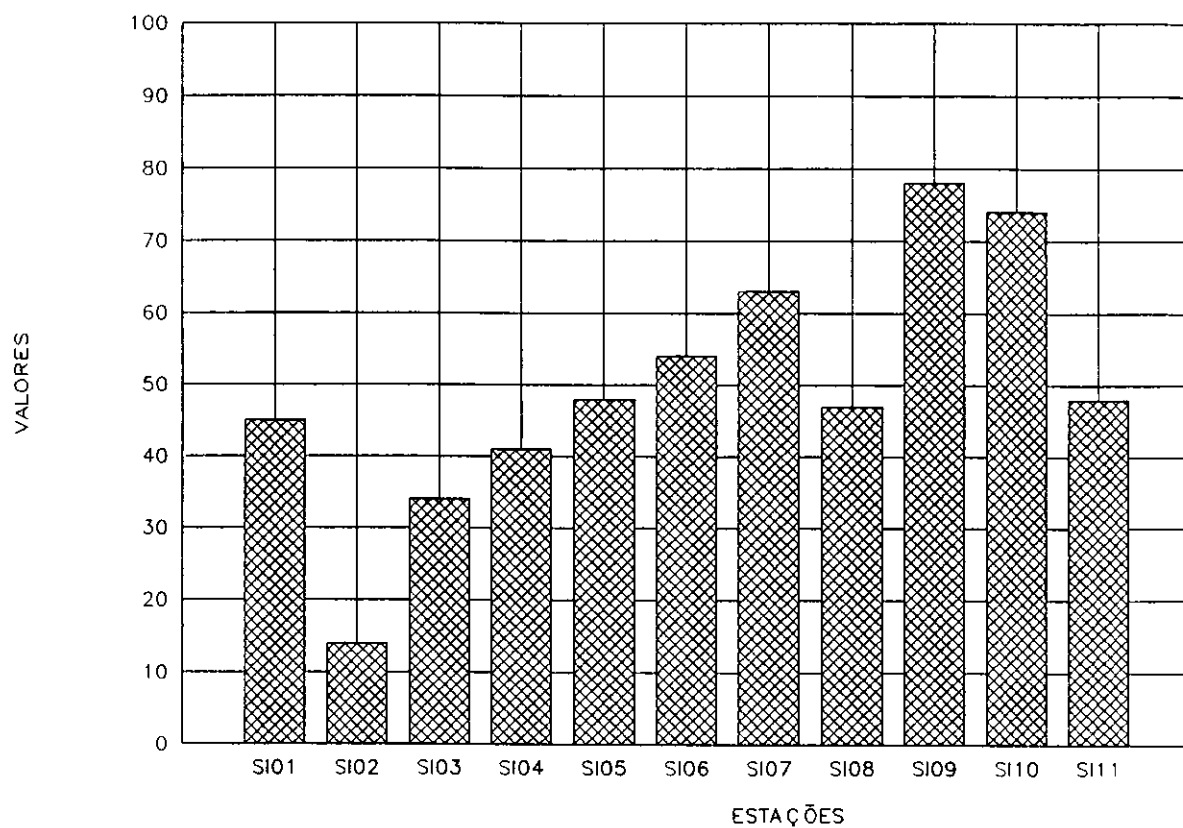
IQA - DEZEMBRO/90



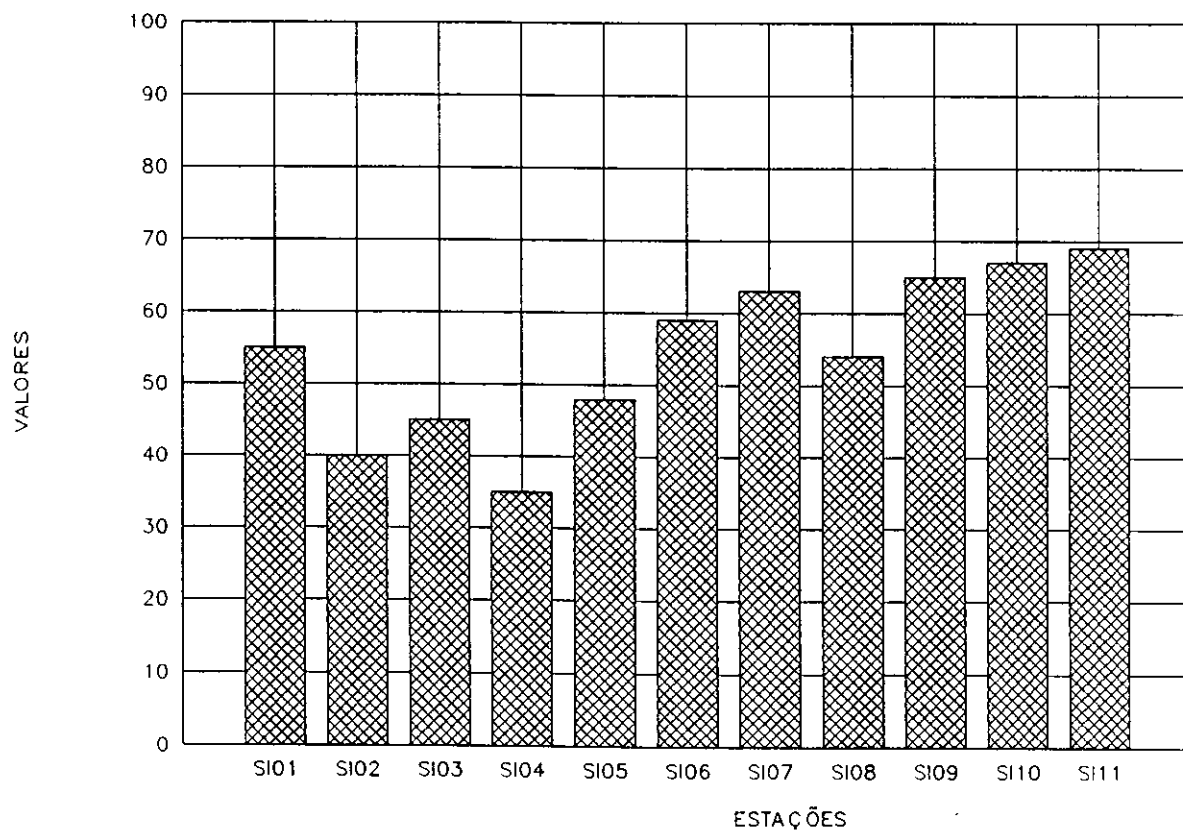
IQA - JANEIRO/91



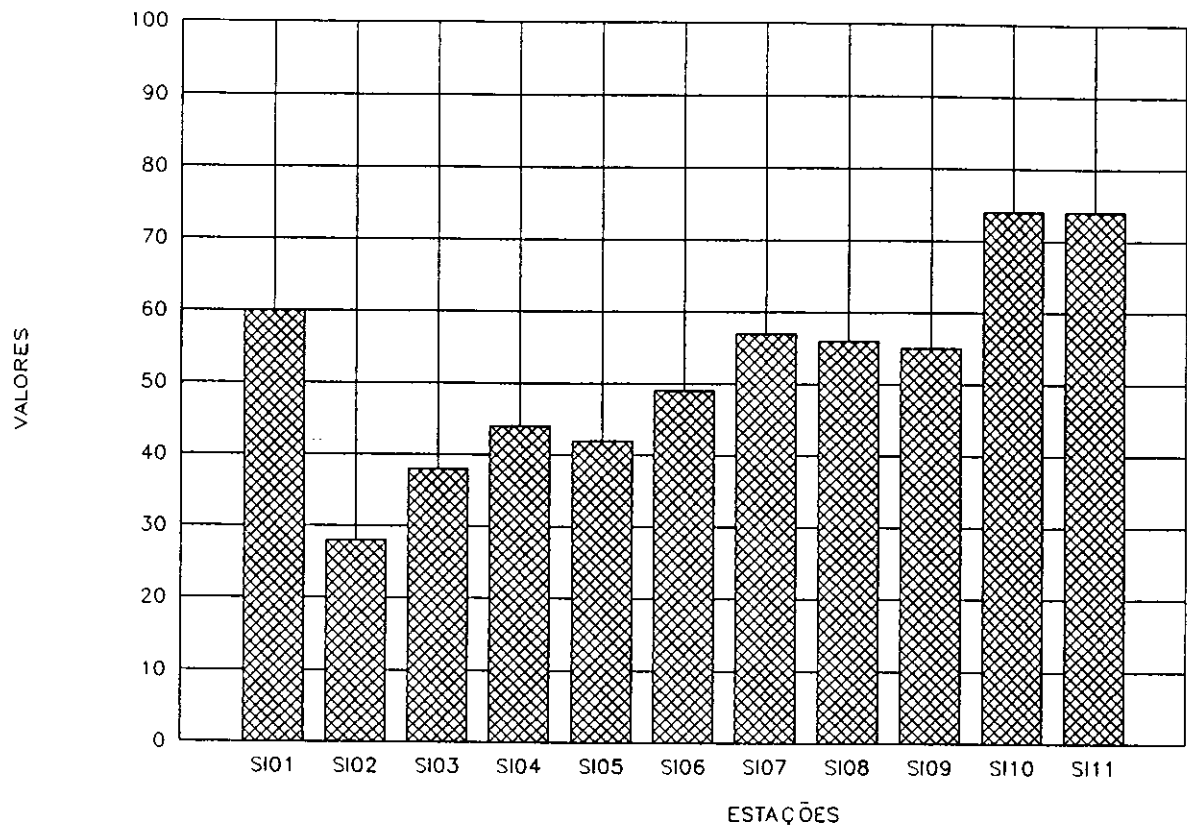
IQA - FEVEREIRO/91



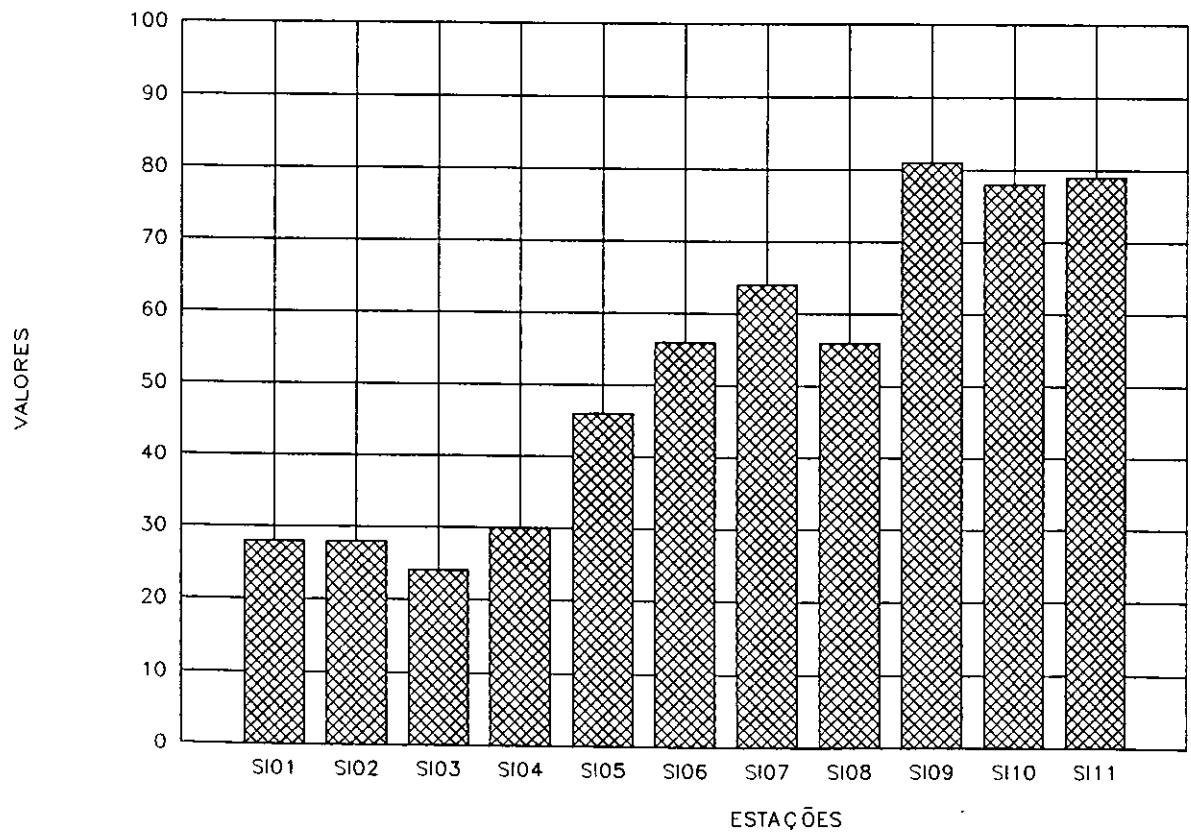
IQA - MARÇO/91



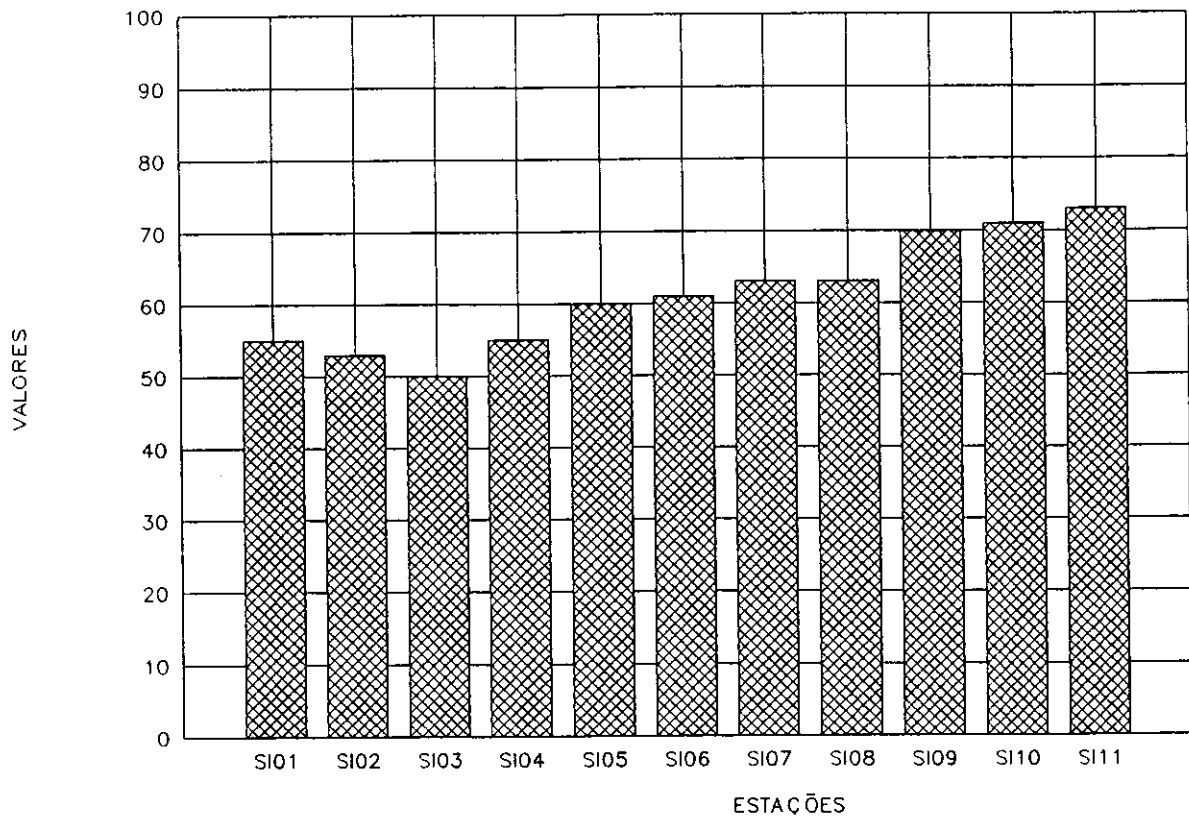
IQA - ABRIL/91



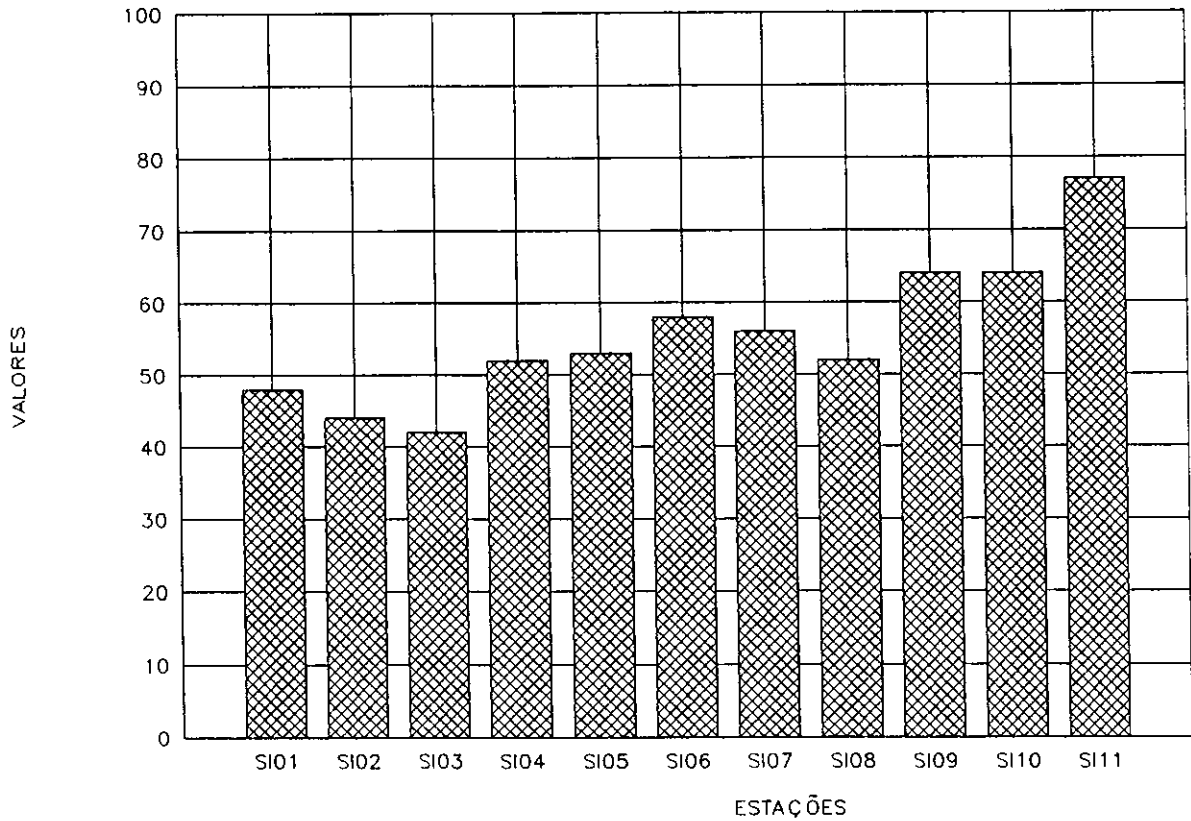
IQA - JUNHO/91



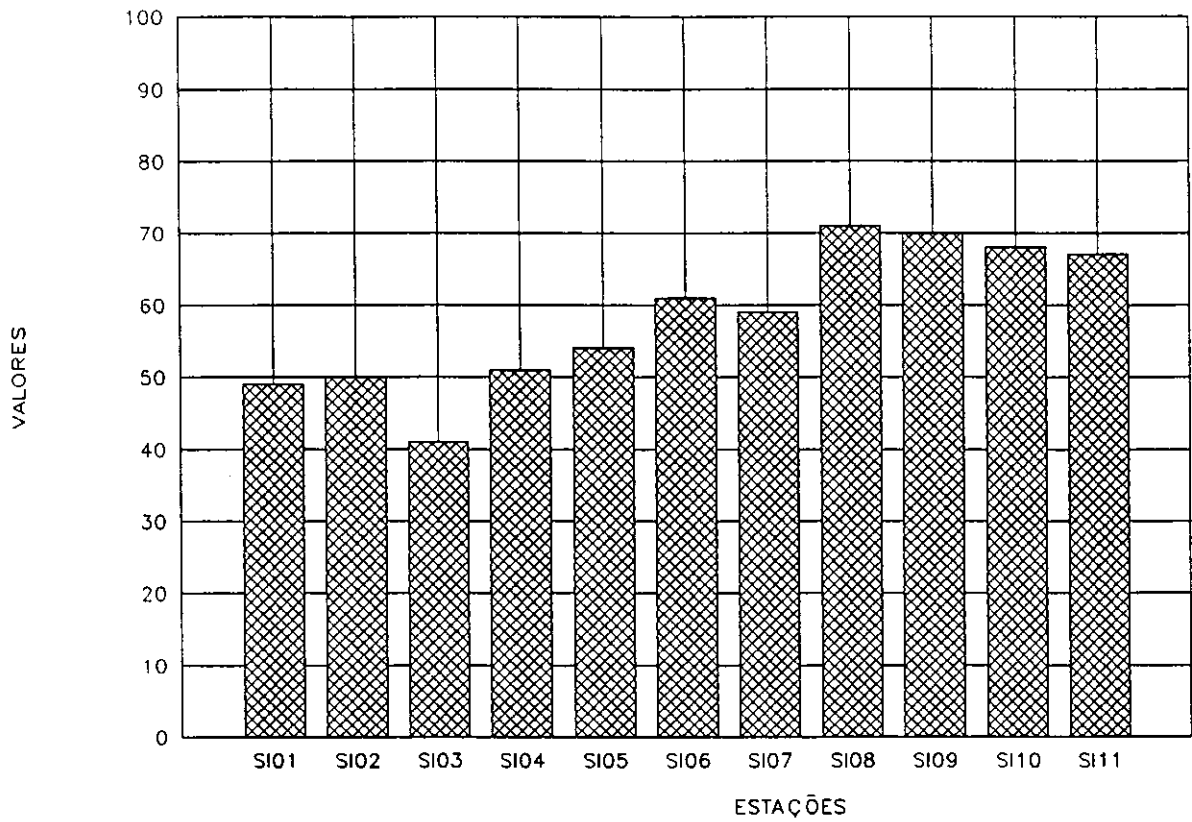
IQA - JULHO/91



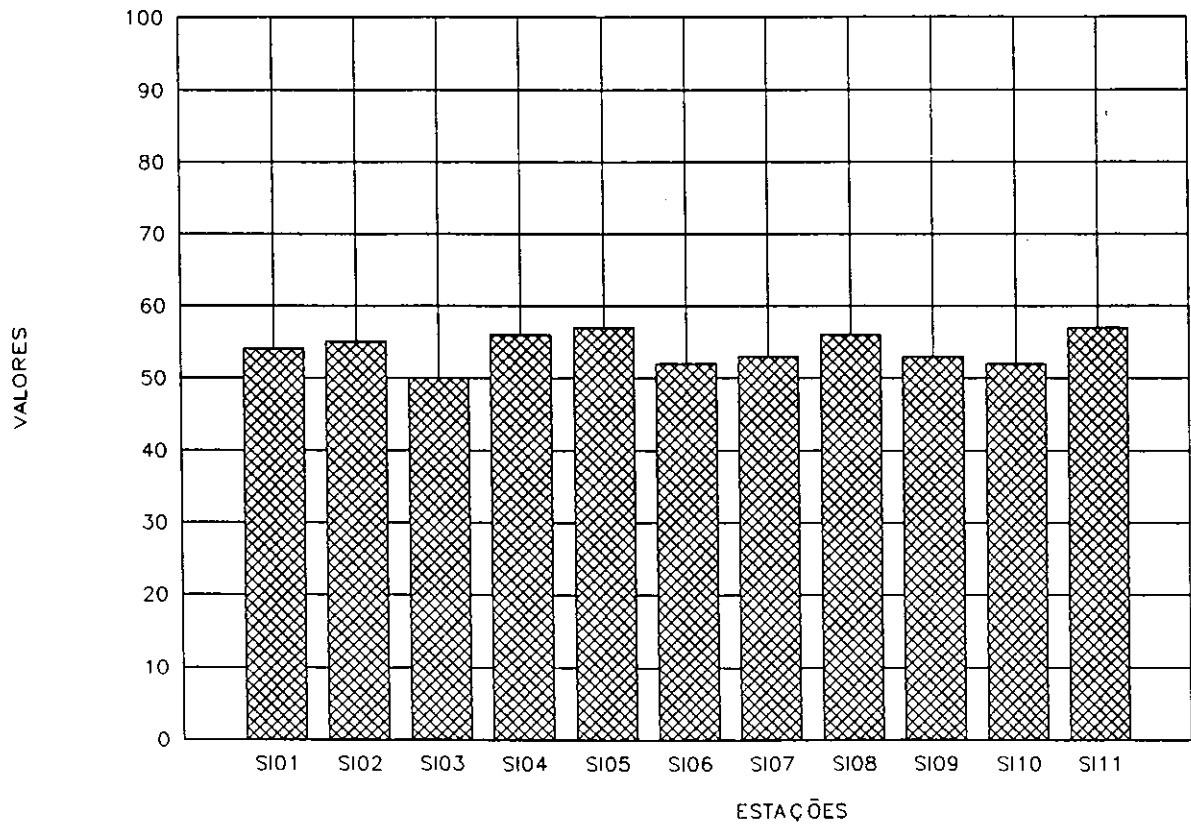
IQA - AGOSTO/91



IQA - SETEMBRO/91



IQA - OUTUBRO/91



ANEXO III

Vazões médias mensais de longo período (dezembro/39 a dezembro/89),
ponto SI06 (Estação de Campo Bom)

VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DE
DEZEMBRO/39 A DEZEMBRO/89
PONTO SI06
(ESTAÇÃO DE CAMPO BOM)

MESES	VAZÕES (m3/s)
JANEIRO	35,9
FEVEREIRO	48,8
MARÇO	47,2
ABRIL	50,9
MAIO	52,3
JUNHO	80,7
JULHO	88,4
AGOSTO	95,0
SETEMBRO	99,9
OUTUBRO	71,7
NOVEMBRO	53,1
DEZEMBRO	47,6

Fonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM