

QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DA BACIA DO GUAÍBA - SUBSÍDIO PARA O PROCESSO DE ENQUADRAMENTO

Enio H. Leite¹, Janine Haase¹, Maria Dolores Pineda¹, Maria Lúcia Coelho Silva¹ e Maria Saete Cobalchini¹

Resumo - O trabalho apresenta uma proposta de classificação da qualidade atual das águas superficiais dos rios Gravataí, Sinos, Caí e Taquari-Antas. Os dados foram gerados pela Rede Básica de Monitoramento da Qualidade das Águas operada pela FEPAM nestes quatro rios, sendo que para o rio dos Sinos foram incluídos também dados da Rede Integrada de Monitoramento, operada pela FEPAM, CORSAN, DMAE e METROPLAN desde 1990 até junho de 1996. Os dados gerados são confrontados com os padrões de qualidade ambiental estabelecidos na Resolução Nº 20/86 do CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente.

1 - INTRODUÇÃO

A classificação de um recurso hídrico é um importante instrumento no processo de enquadramento, pois visualiza a qualidade atual das águas oferecendo, juntamente com o levantamento dos usos atuais destas águas, subsídios importantes no processo decisório de enquadramento, bem como para a elaboração do plano de ação de recuperação ou manutenção da qualidade das águas. A avaliação da qualidade atual da água fornece uma idéia da magnitude do esforço necessário para alcançar determinada classe de enquadramento.

O monitoramento de um recurso hídrico tem como objetivos gerais o acompanhamento das alterações de sua qualidade, a elaboração de previsões de comportamento, o desenvolvimento de instrumentos de gestão e fornecer subsídios para ações saneadoras.

A Rede Básica de Monitoramento da FEPAM opera atualmente conforme mostra a Tabela 1.

RIO	Frequencia	Nº de pontos	Início
Gravataí	Mensal	05	1992
Sinos	Mensal	17	1990
Caí	Trimestral	08	1992
Taquari-Antas	Trimestral	07	1993

Tabela 1- Rede Básica de Monitoramento.

Na Rede Básica de Monitoramento são analisados os seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido, pH, coliformes fecais, DBO₅₂₀ (demanda bioquímica de oxigênio), nitrogênio total, fosfato total, turbidez, sólidos totais, DQO (demanda química de oxigênio), condutividade, transparência, temperatura da água e do ar, cádmio, chumbo, cobre, cromo total, mercúrio, níquel e zinco.

Os dados obtidos em cada um dos 4 rios monitorados foram trabalhados estatisticamente e comparados com a legislação ambiental vigente, ou mais especificamente, com os limites de classes estabelecidos na Resolução CONAMA 20/86.

2 - CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS CONSIDERANDO A RESOLUÇÃO CONAMA 20/86.

Em relação aos parâmetros oxigênio dissolvido, DBO e coliformes fecais, a Resolução CONAMA 20/86 estabelece limites conforme tabela abaixo:

	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
OD	mg/l	≥ 6,0	≥ 5,0	≥ 4,0	> 2,0
DBO	mg/l	≤ 3,0	≤ 5,0	≤ 10,0	> 10,0
Colif. Fecais	nmp/100 ml	≤ 200	≤ 1.000	≤ 4.000	> 4.000

Tabela 2 - Limites estabelecidos na Resolução CONAMA 20/86.

¹ Técnicos da FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental, Rua Carlos Chagas, 55, Centro, Fone PABX: (051) 225-1588, FAX: (051) 225-4215, CEP 90030-020. Porto Alegre / RS. BRASIL.

Para o oxigênio dissolvido e DBO, a Resolução estabelece que numa série histórica a classificação é feita pelo valor mais crítico obtido no período, não sendo considerados os demais valores obtidos em todo o período monitorado.

Para os coliformes fecais, a Resolução CONAMA 20/86 estabelece os respectivos limites de Classes “em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês”. Neste caso, utiliza-se para classificação o maior valor obtido em 80% das amostragens realizadas ao longo do período monitorado, e em 20% estarão desconsiderados os valores extremos.

Finalmente, quanto aos demais parâmetros, a Resolução CONAMA 20/86 utiliza o termo “teores máximos”, indicando que numa série histórica será considerado o valor mais crítico obtido, e portanto, este valor determinará a classificação naquele local de amostragem de água, mesmo que os demais parâmetros apresentem valores considerados não críticos.

Portanto, a avaliação da qualidade atual da água pelos critérios da Resolução CONAMA 20/86 superestimar a magnitude do esforço necessário para alcançar determinada classe objetivada no enquadramento.

3- PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DA FEPAM

A metodologia de classificação adotada pela Resolução CONAMA 20/86, que utiliza os teores máximos, não reflete a realidade da qualidade do corpo hídrico, pois não considera o comportamento médio da qualidade da água ao longo de um período de monitoramento, além de superestimar o esforço de saneamento necessário para alcançar o objetivo de qualidade proposto no enquadramento.

Neste trabalho apresentar-se uma proposta de classificação, procurando avaliar o comportamento *médio* de cada parâmetro, levando em consideração a importância de cada um destes parâmetros, seu comportamento *médio* ao longo do período, o comportamento em épocas críticas (períodos de estiagens) e considerando os valores mais representativos (percentil 80).

3.1 - Parâmetros considerados

Foram estabelecidos os seguintes critérios para seleção dos parâmetros a serem considerados no processo de classificação:

- importância ecológica e de saúde pública;
- criticidade em relação aos padrões ambientais do CONAMA;
- tipo de fonte poluidora característica da bacia hidrográfica.

Com base nos critérios acima, os seguintes parâmetros foram selecionados:

- oxigênio dissolvido, parâmetro fundamental para a vida aquática e responsável direto pela capacidade de autodepuração de um corpo hídrico;
- DBO_{20}^5 , indica a presença de matéria orgânica, seja de origem natural, cloacal ou industrial;
- coliformes fecais, indicador da presença de esgotos cloacais, importante parâmetro de saúde pública, define a balneabilidade de corpos hídricos.

Estes três parâmetros apresentaram, ao longo do período de monitoramento, valores em todas as faixas estabelecidas para as respectivas Classes.

3.2 - Estatísticas descritivas

Foram adaptados alguns cálculos estatísticos, tentando assim considerar o comportamento de uma série histórica.

- Freqüência das Classes: representa, em percentual, a contagem dos valores encontrados em cada uma das classes de qualidade, destacando a classe mais freqüente e o respectivo percentual. Foi utilizada para os três parâmetros (oxigênio dissolvido, DBO e coliformes fecais);

- Percentil 80 : considera o maior valor obtido em 80% das amostragens, permitindo assim eliminar valores extremos. Adotado para os três parâmetros, sendo que no oxigênio dissolvido considera-se o menor valor em 80% das amostragens.

- Média Aritmética : foi utilizada para oxigênio dissolvido e DBO.

- Média Geométrica : utilizada apenas para coliformes fecais devido à grande variação na sua concentração, considera os valores extremos, mas sua influência é minimizada.

- Média de Estiagem : considera a média aritmética dos valores obtidos nos períodos de estiagem (novembro à maio), conforme dados hidrológicos do rio dos Sinos (DNAEE, período 1939/1989).

4 - RESULTADOS

A estatística Percentil 80 na prática, apresentou a situação mais crítica para os três parâmetros, seguida pela média de estiagem no caso do oxigênio dissolvido e DBO, e pela média geométrica no caso dos coliformes fecais (tabelas 4, 5, 6 e 7). Em função disso, foram considerados como critérios prioritários.

Teoricamente, a média de estiagem deveria apresentar uma situação mais crítica do que o percentil 80. Isto não ocorreu porque o período de estiagem foi adotado com base em uma série histórica, uma vez que não foram realizadas medidas de vazão no período analisado.

As outras estatísticas utilizadas servem como instrumentos acessórios em casos de dúvidas, bem como a avaliação de proximidade do valor da estatística em relação aos limites do CONAMA.

5 - CLASSIFICAÇÃO FINAL

Depois de estabelecidas as classificações por parâmetro, foi determinada a classificação final do recurso hídrico. Caso a classe seja a mesma para os três parâmetros, esta foi a classificação final.

O coliforme fecal foi o parâmetro mais crítico nos quatro rios monitorados, e portanto foi considerado prioritário. Caso os coliformes definissem a mesma classe que o oxigênio dissolvido ou a DBO, esta foi a classificação final.

Se o oxigênio dissolvido e a DBO apresentaram a mesma classe e os coliformes, uma classe diferente, foi observada a proximidade do valor da estatística em relação aos limites da classe do CONAMA.

6 - RESULTADOS

As classificações para cada ponto de amostragem de água, estão representadas nas tabelas a seguir:

RIO GRAVATAÍ																
Ponto	OXIGÊNIO DISSOLVIDO					D B O					COLIFORMES FECALIS					Classificação
	Frequência (%)	Percentil 80	Média aritmética	Estiagem	Classe	Frequência (%)	Percentil 80	Média aritmética	Estiagem	Classe	Frequência (%)	Percentil 80	Média Geométrica	Classe		
Arr. Chico Lomã	55	4,90	6,29	5,16	2	96	3,00	1,86	2,00	1	43	900	353	2	2	
P. dos Negros	81	6,00	7,26	6,48	1	94	2,00	1,64	1,75	1	60	460	175	1	1	
Gravataí (P. Canoas)	59	5,26	6,44	5,59	2	96	2,00	1,72	1,75	1	35	5,000	1,805	3	3	
Cachoeirinha	37	2,98	5,11	4,3	3	59	5,40	5,67	6,33	3	92	82,000	24,464	4	4	
Foz. POA	29	1,28	3,97	3,06	4	32	11,20	7,16	9,76	3	98	160,000	54,679	4	4	

Tabela 4 - Proposta de classificação do rio Gravataí.

RIO DOS SINOS																
Ponto	OXIGÊNIO DISSOLVIDO					D B O					COLIFORMES FECALIS					Classificação
	Frequência (%)	Percentil 80	Média aritmética	Estiagem	Classe	Frequência (%)	Percentil 80	Média aritmética	Estiagem	Classe	Frequência (%)	Percentil 80	Média Geométrica	Classe		
Nascente	92	8,44	9,4	9,44	1	90	3,00	1,75	2,30	1	68	365	167	1	1	
Balneário	100	8,00	8,79	8,33	1	100	1,24	0,91	1,00	1	45	5,000	1,109	3	2	
R. Rolante	89	7,37	9,12	8,89	1	93	2,00	1,88	2,00	1	44	3,000	1,227	3	3	
Olhos d'água	84	6,46	7,28	6,64	1	97	1,32	1,13	1,11	1	31	5,000	1,063	3	2	
Taquara	88	6,38	7,24	6,58	1	96	1,90	1,29	1,23	1	31	5,800	1,424	3	3	
Sta. Cristina	92	6,60	7,46	6,88	1	97	2,02	1,44	1,39	1	72	23,000	8,006	4	4	
C. Bom	89	6,28	7,09	6,47	1	96	1,72	1,46	1,39	1	49	13,000	4,389	4	4	
A. Schmidt	88	6,20	7,07	6,45	1	93	2,00	1,73	1,83	1	57	22,000	5,828	4	4	
N. Hamburgo	68	5,48	6,59	5,98	2	92	2,20	1,84	1,89	1	83	28,400	11,570	4	4	
Arr. Peão	49	2,96	5,59	4,32	3	40	7,20	7,17	6,89	3	77	30,000	12,851	4	4	
Arr. Luiz Rau	29	2,80	4,73	3,65	4	47	15,00	8,14	9,25	3	82	160,000	30,262	4	4	
S. Leopoldo	57	5,00	6,10	5,47	2	75	3,20	2,44	2,61	1	93	80,000	23,964	4	4	
Canal J. Correa	40	3,60	5,30	4,47	3	65	3,60	2,82	2,91	1	92	80,000	30,016	4	4	
Arr. Portão	24 (2,4)	3,02	4,79	4,22	3	49	9,20	6,18	7,37	3	38	5,800	2,548	3	3	
Sapucaia	49	5,08	5,84	5,25	2	80	3,00	2,24	2,21	1	66	16,000	6,721	4	4	
Esteio	27 (2,7)	3,00	4,41	3,61	4	57	4,44	3,31	3,78	2	84	42,000	14,052	4	4	
Canoas	37	2,88	4,25	3,7	4	70	4,08	2,88	3,11	2	57	23,000	5,974	4	4	

Tabela 5 - Proposta de classificação do rio dos Sinos.

RIO CAÍ

Ponto	OXIGÊNIO DISSOLVIDO					D B O					COLIFORMES FECALIS				Classificação
	Frequência (%)	Percentil 80	Média aritmética	Estiagem	Classe	Frequência (%)	Percentil 80	Média aritmética	Estiagem	Classe	Frequência (%)	Percentil 80	Média Geométrica	Classe	
P. Inferno (Canela)	100	8,64	9,76	9,78	1	95	2,00	1,77	2,00	1	65	1.480	151	2	1
Arr. Pinhal	95	7,80	8,98	8,97	1	100	2,00	1,80	1,93	1	57	14.000	4.293	4	4
S. Sebastião Caí	90	7,00	8,85	8,49	1	86	2,00	2,04	2,22	1	35	10.200	1.518	3	3
Montenegro	95	6,76	8,08	7,66	1	90	3,00	2,29	2,44	1	41	16.000	2.985	3	3
Montante PÓLO	95	6,40	7,54	7,37	1	95	2,00	1,45	1,47	1	40	3.100	513	2	2
PÓLO	90	6,20	7,67	7,47	1	85	2,20	1,75	1,93	1	35	4.200	576	2	2
Jusante PÓLO	85	6,26	7,49	7,26	1	100	2,00	1,50	1,53	1	39	4.200	521	2	2
Foz. Morretes	95	6,70	7,71	7,41	1	100	2,00	1,55	1,53	1	35	1.720	367	2	2

Tabela 6 - Proposta de classificação do rio Caí.

RIO TAQUARI / ANTAS

Ponto	OXIGÊNIO DISSOLVIDO					D B O					COLIFORMES FECALIS				Classificação
	Frequência (%)	Percentil 80	Média aritmética	Estiagem	Classe	Frequência (%)	Percentil 80	Média aritmética	Estiagem	Classe	Frequência (%)	Percentil 80	Média Geométrica	Classe	
Nascentes	100	8,50	9,66	9,62	1	100	2,00	1,54	1,50	1	54	420	91	1	1
Bom Jesus	100	8,14	9,23	8,68	1	92	2,00	1,77	1,17	1	64	300	42	1	1
N. Roma/N. Pádua	100	7,54	8,74	8,98	1	100	1,00	1,15	1,00	1	42	5.000	437	2	2
Sta. Teresa	100	7,58	8,56	8,67	1	100	2,00	1,38	1,33	1	54	2.480	264	2	2
Roca Sales	100	6,78	8,18	8,05	1	75	4,40	2,17	2,00	1	45	13.000	1.410	3	3
Lajeado	100	6,84	8,28	7,63	1	75	3,80	2,42	2,33	1	50	14.600	4.454	4	4
Foz. Triunfo	92	7,26	8,54	8,28	1	92	2,00	2,58	3,50	1	50	1.200	251	1	1

Tabela 7 - Proposta de classificação do rio Taquari-Antas.

Nas tabelas, as células cinzas com números coloridos indicam que houve um empate nas classes mais frequentes, representadas pelas cores dos números.

7 - CONCLUSÕES

Os rios Caí e Taquari-Antas apresentaram Classe 1 em todos os pontos de amostragem, com unanimidade nos quatro cálculos estatísticos considerados (percentil 80, média de estiagem, média aritmética e frequência). Este fato se deve à velocidade de suas águas, aliada à presença de corredeiras e temperaturas mais baixas que contribuem para a oxigenação das águas. Semelhante classificação também ocorreu no curso superior do rio dos Sinos, prosseguindo até o início da região metropolitana de Porto Alegre.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) apresentou comportamento semelhante, com Classe 1 em todos os pontos monitorados dos rios Caí e Taquari-Antas, nos cursos superiores do rio dos Sinos, e do rio Gravataí. Este comportamento da DBO está associado às concentrações de oxigênio dissolvido, que contribuem para depuração da matéria orgânica, seja esta de origem cloacal ou industrial.

Outro fator que contribuiu para os valores de Classe 1 nos cursos superiores é o maior afastamento dos centros urbanos em relação ao leito principal dos rios, e neste caso a depuração da matéria orgânica inicia no percurso dos arroios até o rio principal.

Os locais de monitoramento localizados nos cursos inferiores dos rios Gravataí e Sinos, já na região metropolitana de Porto Alegre, apresentaram diversidade de Classes, alcançando Classe 4 em diversos pontos para oxigênio dissolvido e DBO, também com variações de Classes dependendo do valor estatístico considerado. Estes decréscimos na qualidade para oxigênio dissolvido e DBO nos cursos inferiores do Gravataí e Sinos devem-se à proximidade dos centros urbanos e industriais, aliado à baixa velocidade e maior temperatura das águas. Em especial no caso do rio dos Sinos existem pontos de monitoramento que estão localizados na foz de arroios, que drenam a poluição doméstica e industrial, principalmente de curtumes. No rio Gravataí não há coleta em foz de arroio, mas a proximidade da zona norte de Porto Alegre, zona sul de Canoas, Cachoeirinha, Alvorada e Gravataí, contribuem com a carga orgânica e industrial.

O coliforme fecal foi o parâmetro mais crítico nos quatro rios monitorados. O rio dos Sinos foi classificado em Classe 4 no trecho desde Santa Cristina (Parobé) até a foz, em Canoas (ponte da Tabai-Canoas), apresentando média geométrica de 30.000 nmp/100 ml na foz do arroio Luiz Rau (drena a área central de Novo Hamburgo) e na foz do canal João Corrêa (drena a área central de São Leopoldo).

Neste trecho, o único local de Classe 3 foi na foz do arroio Portão, pois este tem como característica a drenagem dos efluentes industriais de cerca de 40 curtumes localizados em Portão e Estancia Velha, e portanto a matéria orgânica é de origem industrial e não cloacal.

A maior média geométrica (54.000 coliformes/100 ml de amostra) e o maior valor de percentil 80 foram encontrados no rio Gravataí, respectivamente no ponto da foz (zona norte de Porto Alegre / zona sul de Canoas) e no ponto de Cachoeirinha (zona norte de Porto Alegre / Cachoeirinha).

Os rios Caí e Taquari-Antas apresentaram apenas um local de Classe 4, devido a coliformes fecais. A foz do arroio Pinhal (rio caí) devido aos esgotos cloacais da parte sul de Caxias do Sul, e no rio Taquari-Antas o ponto de monitoramento de Classe 4 localiza-se em frente a Estrela e Lajeado, municípios de grande porte localizados nas margens do rio Taquari.

Quanto aos metais pesados, os gráficos em anexo apresentam a frequência de análises acima da Classe 1. Destacam-se os percentuais encontrados no arroio Luiz Rau (drena a área central de Novo Hamburgo onde localizam-se metalúrgicas) para os metais níquel, cobre e zinco. Este local já estava classificado como Classe 4 devido aos coliformes fecais a baixa concentração de oxigênio dissolvido, sendo esta classificação reforçada pela presença destes metais pesados.

Esta proposta de classificação não deve ser vista como um instrumento fechado. O importante é que sejam consideradas as condições limnológicas do rio e a intensidade de poluição

O que se apresenta neste trabalho são critérios de classificação.

O detalhamento destes critérios deve ser adequado a cada corpo hídrico de acordo com suas características ambientais. Assim, outros parâmetros importantes podem ser anexados à proposta inicial, de acordo com o tipo e intensidade do aporte de poluição de origem antrópica.

8 - REFERÊNCIAS

FEPAM Fundação Estadual de Proteção Ambiental (1996). Qualidade das águas do rio Gravataí - Período 1992/1994. Publicado no SIBESA-Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Gramado/RS.

BRASIL (1986). Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução N° 20 de 18.06.86. Brasília.

COBALCHINI, M.S., GIOTTO, E. (1995). Sistema de enquadramento de recursos hídricos superficiais. Monografia do Curso de Especialização de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. UFSM. Santa Maria.

LEITE, E.H., HAASE, J., PINEDA, M.D., SILVA, M.L.C. e COBALCHINI, M.S.C. (1995). Enquadramento dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul. Revista ECOS, N° 5, janeiro 1995. Porto Alegre.

RIO GRANDE DO SUL (1994). Política Estadual de Recursos Hídricos. Lei N° 10.350 de 30.12.94. Porto Alegre.

PINEDA, M.D., SILVA, M.L.C., COBALCHINI, M.S.C., LEITE, E.H. E HAASE, J. (1997). Enquadramento como instrumento de recursos hídricos: experiência desenvolvida na região metropolitana de Porto Alegre. II Encontro Nacional para Discussão sobre a Resolução N° 20 do CONAMA/86. Secretaria do Estado para Assuntos de Meio Ambiente. Vitória.

9 - ANEXOS

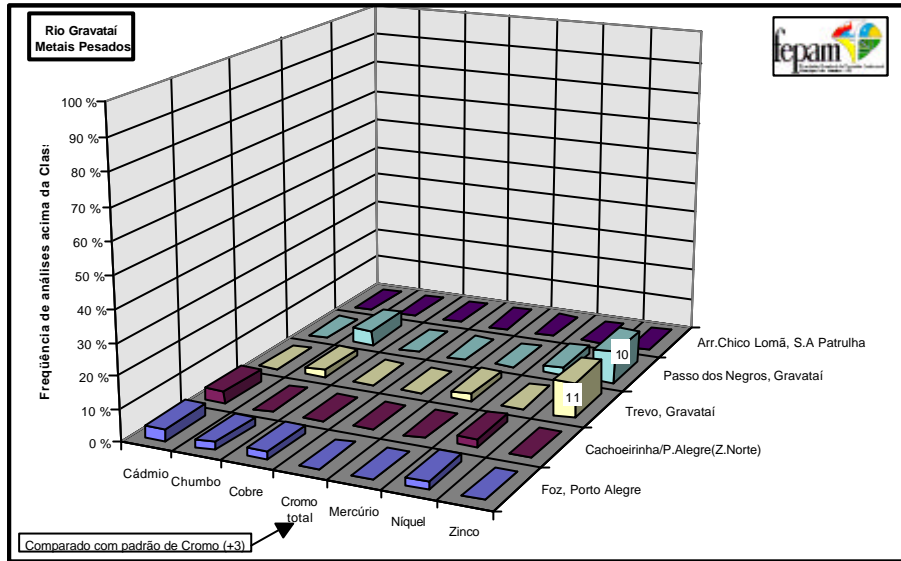


Figura 1 - Frequência de metais pesados acima da classe 1 no rio Gravataí.

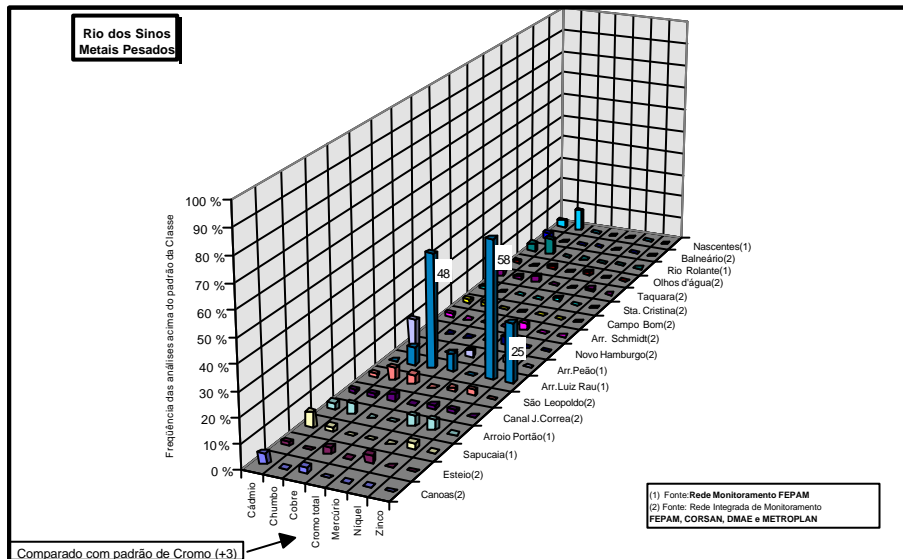


Figura 2 - Frequência de metais pesados acima da classe 1 no rio dos Sinos.

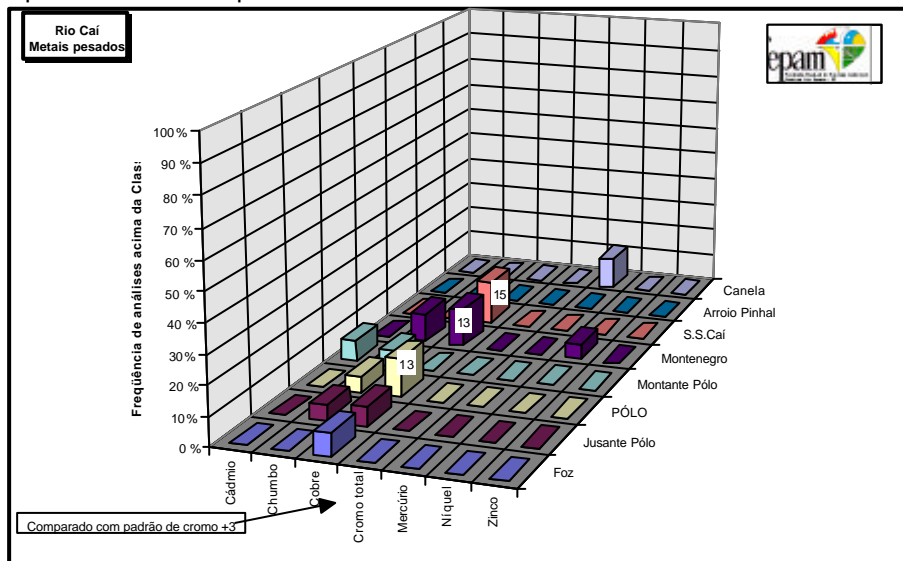


Figura 3 - Frequência de metais pesados acima da classe 1 no rio Cai.

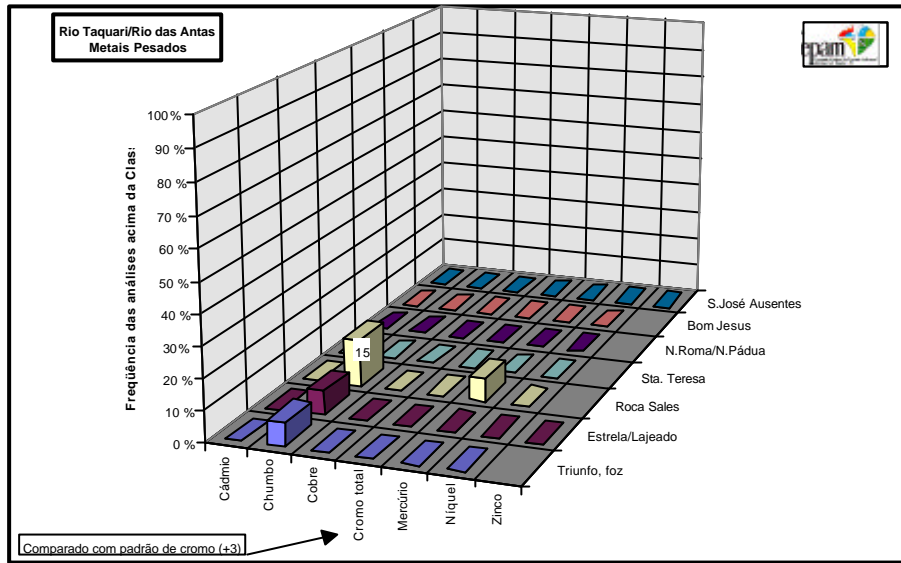


Figura 4 - Frequência de metais pesados acima da classe 1 no rio Taquari-Antas.