

Carvão e Meio Ambiente

Centro de Ecologia

da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul



Editora
da Universidade

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Carvão e meio ambiente é fruto da colaboração de inúmeros grupos de trabalho da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, tendo contado com pesquisadores de outras instituições com o objetivo de estudar os efeitos da exploração e do uso do carvão sobre o meio ambiente, na Região Carbonífera do baixo Jacuí, no Rio Grande do Sul.

A Região, nos seus aspectos ambientais e sociais, é tratada de modo global na primeira parte do livro, que relata sobre a geologia, o clima, os solos, a vegetação e as características demográficas, econômicas e jurídico-políticas.

A partir da descrição geral busca-se uma síntese dos aspectos ambientais e socioeconômicos, visando analisar a sustentabilidade econômica e ambiental da exploração e do uso do carvão.

Estudos sobre as conseqüências da queima do carvão, na atmosfera local, no solo e na água, são abordados nos tópicos ligados ao meio físico. Especial atenção

está voltada para a recuperação de áreas mineradas e com sugestões para os tomadores de decisão quanto ao monitoramento e ao gerenciamento ambiental.

Animais e plantas foram alvo de estudos específicos com objetivo de identificar indicadores dos impactos de atividades carboníferas sobre os organismos vivos, bem como os aspectos relacionados à saúde pública.

A organização social da região e seu engajamento na melhoria do ambiente ocorreram através de estudos sobre as ações de educação ambiental promovidas por escolas e associações comunitárias.

Quer pela caracterização geral da região, quer pelos estudos específicos, *Carvão e meio ambiente* trata de forma aprofundada e original os mais diversos tópicos associados à problemática da exploração e do uso do carvão e suas conseqüências sobre o meio físico, os organismos vivos e a sociedade.

Carvão e Meio Ambiente

Centro de Ecologia

da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul



Editora
da Universidade

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESERVA TÉCNICA
Editora da UFRGS

© dos autores
1ª edição: 2000

Direitos reservados desta edição
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Capa: Paulo Antonio da Silveira
Foto da capa: Geraldo Mario Rohde
Editoração eletrônica: William Wazlawik
Toni Peterson Lazaro
Fernando Piccinini Schmitt

C397c Centro de Ecologia/UFRGS
Carvão e meio ambiente/ Centro de Ecologia/UFRGS. – Porto Alegre : Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

1. Carvão – Meio ambiente. I. Título.

CDU 622.33:634.0.11

Catálogo na publicação: Mônica Ballejo Canto – CRB 10/1023

ISBN 85-7025-563-2

CARV
C 332

Carvão

e Meio Ambiente

RESERVA TÉCNICA
Editora da UFRGS



**UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO
GRANDE DO SUL**

Reitora

Wrana Maria Panizzi

Vice-Reitor

Nilton Rodrigues Paim

Pró-Reitor de Extensão

Luiz Fernando Coelho de Souza

EDITORA DA UNIVERSIDADE

Diretor

Geraldo F. Huff

CONSELHO EDITORIAL

Anna Carolina K. P. Regner

Christa Berger

Eloir Paulo Schenkel

Georgina Bond-Buckup

José Antonio Costa

Livio Amaral

Luiza Helena Malta Moll

Maria da Graça Krieger

Maria Heloisa Lenz

Paulo G. Fagundes Vizontini

Geraldo F. Huff, presidente



Editora da Universidade/UFRGS • Av. João Pessoa, 415 - 90040-000 - Porto Alegre, RS - Fone/fax (51) 224-8821, 316-4082 e 316-4090 - E-mail: editora@orion.ufrgs.br - <http://www.ufrgs.br/editora> • **Direção:** Geraldo Francisco Huff • **Editoração:** Paulo Antonio da Silveira (coordenador), Carla M. Luzzatto, Cláudia Bittencourt, Maria da Glória Almeida dos Santos, Najára Machado • **Administração:** Julio Cesar de Souza Dias (coordenador), José Pereira Brito Filho, Laerte Balbinot Dias, Norival Hermeto Nunes Saucedo • **Apoio:** Idalina Louzada, Laércio Fontoura.

PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE BACTERIANA EM AMBIENTES LÓTICOS RECEPTORES DA DRENAGEM DE MINERAÇÃO DE CARVÃO

Maria Teresa Raya Rodriguez
Nelson Augusto Flores Machado
Stella Maris Leonardi
Graciema Formolo Pellini
Liege Abel
Catarina Pedrozo
Willi Bruschi Júnior
Ozório Menezes Fonseca
Maria Elaine de Oliveira
Vera Lúcia Atz

MATERIAIS E MÉTODOS

As atividades deste sub-projeto envolvem a avaliação de 41 variáveis abióticas e de determinações quantitativas de organismos do grupo “ bactérias totais” em água sub-superficial das dez estações de coleta do grupo de Águas do projeto geral (Anexo 1).

O programa de monitoramento teve início em setembro de 1993 e término em setembro de 1994, com periodicidade de a cada dois meses. Foram amostrados seis estações na bacia do arroio do Conde (1 a 6), duas estações na Bacia do Arroio dos Ratos (7 e 8) e duas estações na bacia do arroio da Porteira (9 e 10).

O enquadramento do sistema monitorado dentro de padrões de classificação, Resolução CONAMA 20 (BRASIL,1986), permite uma tipificação das bacias como base de uma política de meio ambiente. Quando o parâmetro analisado não estiver contemplado nesta legislação, serão utilizadas avaliações limnoquímicas de sistemas hídricos naturais.

As análises físicas, químicas e microbiológicas que fornecem os resultados apresentados neste relatório, seguem as metodologias padronizadas, sendo na Tabela 1 detalhado o princípio do método (APHA, 1985; GOLTERMAN e outros, 1969; ZAHRADNIK, 1981).

Tabela 1
METODOS UTILIZADOS NAS ANÁLISES QUANTITATIVAS

Parâmetro	Método
Transparência	Disco de Secchi branco com 20 cm de diâmetro
Temperatura	Termômetro de mercúrio
pH	Potenciometria
Condutividade elétrica	Condutivimetria
Oxigênio dissolvido	Oxímetro
Alcalinidade	Titulação potenciométrica de neutralização
Dureza	Titulação complexométrica com EDTA
Turbidez	Nefelometria
Sólidos suspensos e dissolvidos	Gravimetria
Sólidos sedimentáveis	Cone de Imhoff
DQO	Método do Dicromato de Potássio, com Ferroin como indicador
DBO	Método de Winkler e incubação a 20°C por 5 dias
Fósforo total e ortofosfato	Método colorimétrico com ácido ascórbico
Nitrato	Método colorimétrico com salicilato de sódio
Nitrato	Método colorimétrico com sulfanilamida
Nitrogênio amoniacal	Destilação Kjeldahl
Nitrogênio total	Digestão e destilação Kjeldahl
Cloreto	Titulação argentimétrica
Sulfato	Turbidimetria
Fenóis	Cromatografia líquida
Bactérias totais	Método da membrana filtrante
Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn	Espectrofotometria de absorção atômica com chama
Na, K	Espectrometria de emissão
Al, Cd, Cr, Ni, Pb	Espectrofotometria de absorção atômica com forno de grafite
Hg, As, Se	Espectrofotometria de absorção atômica com vapor frio e geração de hidretos

RESULTADOS

Transparência de Secchi e profundidade

Os valores da transparência, medida com disco de Secchi de 20 cm de diâmetro, encontram-se na Tabela 2 para o período monitorado. Os resultados expressos graficamente sob a forma de média e desvio-padrão, estão apresentados na Figura 1(a) para bacia do arroio do Conde, Figura 1(b) para bacia do arroio dos Ratos e Figura 1(c) para bacia do arroio da Porteira.

Tabela 2
VALORES DA TRANSPARÊNCIA DE SECCHI (M) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/94	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	0,35	0,30	0,10	0,17	0,40	0,37
Ponto 2	0,30	0,20	0,20	0,20	0,45	0,17
Ponto 3	0,20	0,30	0,20	0,20	0,22	0,20
Ponto 4	0,17	0,23	0,10	0,10	0,20	0,10
Ponto 5	0,40	0,30	0,27	0,22	0,30	0,23
Ponto 6	0,60	0,70	0,60	0,65	0,60	0,80
Ponto 7	0,30	0,20	0,40	0,90	0,70	0,50
Ponto 8	0,30	0,43	0,15	0,22	0,30	0,20
Ponto 9	0,30	0,30	0,60	0,40	0,40	0,55
Ponto 10	0,40	0,20	0,10	0,17	0,15	0,16

TRANSPARÊNCIA - Bacia do Arroio do Conde

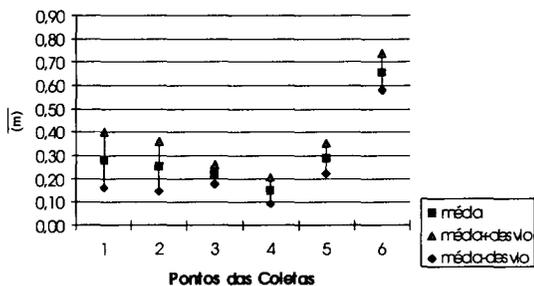


Figura 1(a)

TRANSPARÊNCIA - Bacia do Arroio dos Ratos

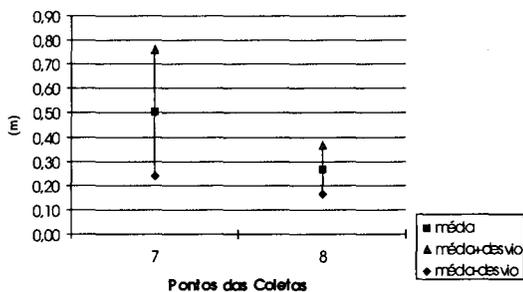


Figura 1(b)

T R A N S P A R Ê N C I A - B a c i a d o A r r o i o d a P o r t e i r a

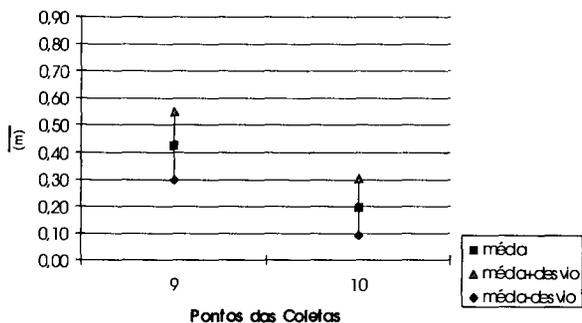


Figura 1(c)

Os valores da profundidade, avaliada com ecobatímetro, para o período de estudo estão apresentados na Tabela 3 e os valores médios com amplitude de variação nas Figuras 2(a), 2(b) e 2(c) para as bacias do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 3
PROFUNDIDADE (M) DAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	0,35	0,30	0,20	0,17	0,40	0,37
Ponto 2	0,30	0,20	0,20	0,20	0,45	0,17
Ponto 3	0,20	0,30	0,20	0,20	0,22	0,20
Ponto 4	0,20	0,26	0,10	0,10	0,20	0,10
Ponto 5	0,40	0,30	0,27	0,22	0,30	0,23
Ponto 6	0,60	1,10	0,90	1,70	2,10	1,20
Ponto 7	0,30	0,20	0,40	0,90	0,70	0,50
Ponto 8	0,30	1,20	0,15	0,22	0,30	0,20
Ponto 9	0,30	1,40	1,20	1,50	1,90	0,55
Ponto 10	0,40	0,20	0,10	0,17	0,15	0,16

PROFUNDIDADE - Baía do Arroio do Conde

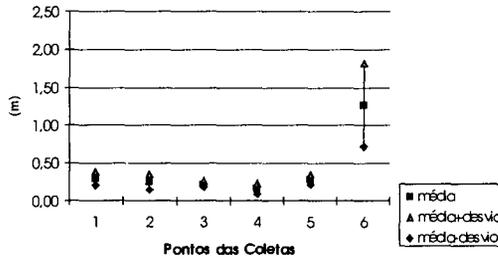


Figura 2(a)

PROFUNDIDADE - Baía do Arroio dos Ratos

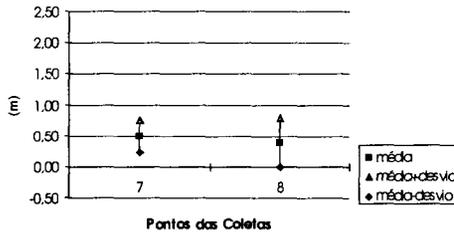


Figura 2(b)

PROFUNDIDADE - Baía do Arroio da Porteira

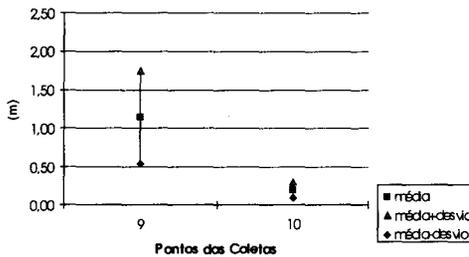


Figura 2(c)

Através da interpretação dos valores obtidos nos parâmetros de Profundidade e Transparência, verifica-se que a maioria das estações caracterizam-se por serem muito rasas. As estações de 1 a 5 no arroio do Conde, as duas estações do arroio dos Ratos e a estação 10 do arroio da Porteira, apresentam profundidade média anual inferior a 0,5 m. A estação 6 do arroio do Conde e a estação 9 do Arroio da Porteira apresentam profundidade média anual em torno de 1,2 m. Para as estações do arroio do Conde e a estação 9 do arroio da Porteira, as maiores profundidades foram medidas no mês de junho/94. O ponto 10 do arroio da Porteira alcançou a maior profundidade em setembro/93. Para as estações do arroio dos Ratos o maior valor para o ponto 7 foi em abril/94 e para o ponto 8 foi em novembro/93.

Comparando-se os dados de profundidade média com os valores obtidos na medida da Transparência, verifica-se que todas as estações monitoradas apresentam a totalidade da coluna d'água iluminada, favorecendo assim, os processos de produção primária.

Temperatura

A temperatura da água é um fator que acompanha evidentemente o clima regional, Tabela 4. A média das temperaturas anuais por estação de coleta, bem como sua amplitude encontram-se nas Figuras 3 (a) para bacia do arroio do Conde, 3(b) para bacia do arroio dos Ratos e 3(c) para bacia do arroio da Porteira.

Tabela 4
TEMPERATURA (°C) NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	16,2	21,0	23,0	15,0	12,2	16,8
Ponto 2	16,2	20,5	23,0	17,0	12,5	16,0
Ponto 3	17,0	19,0	22,0	15,0	13,2	15,8
Ponto 4	21,5	24,0	23,0	20,2	13,8	19,0
Ponto 5	17,5	21,0	24,0	17,0	13,4	15,6
Ponto 6	17,5	20,5	23,5	17,1	13,6	15,6
Ponto 7	14,5	23,0	24,5	18,0	15,0	23,0
Ponto 8	17,0	22,0	24,5	18,0	15,0	16,0
Ponto 9	15,5	22,0	24,5	16,8	14,5	15,4
Ponto 10	15,0	22,0	23,0	16,1	13,9	15,4

A Temperatura da água acompanhou a variação climático-sazonal, atingindo os maiores valores em janeiro/94 e os valores mais baixos em junho/94. Estes valores variaram de 12,2 °C a 24,5 °C. Todas as estações apresentaram média anual em torno de 17,7 °C, exceto a estação 4 no Arroio do Conde que apresentou média superior a 20,2 °C e a estação 7 no arroio dos Ratos, que apresentou média de 19,7 °C. Este incremento verificado de 2°C em relação à média das demais estações poderia indicar a existência de impacto antrópico.

Condutividade elétrica

A condutividade elétrica da água constitui uma das variáveis mais importantes no estudo de ecossistemas hídricos, visto que pode fornecer importantes informações tanto sobre o metabolismo do sistema, como sobre fenômenos importantes que ocorrem na sua bacia de drenagem. Pode indicar a magnitude da concentração iônica e ajudar na detecção de fontes poluidoras.

Nas estações monitoradas a Tabela 5 fornece os valores obtidos ao longo do período estudado e as Figuras 4(a), 4(b), 4(c) indicam os resultados médios e a amplitude de variação para as bacias do Conde, arroio dos Ratos e arroio da Porteira, respectivamente.

Tabela 5
VALORES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S}/\text{CM A } 20^\circ\text{C}$)
NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	30,0	30,0	30,0	30,0	20,0	20,0
Ponto 2	230	320	320	480	140	120
Ponto 3	30,0	30,0	30,0	30,0	10,0	20,0
Ponto 4	390	470	390	750	160	200
Ponto 5	330	320	230	320	140	210
Ponto 6	540	300	500	290	150	190
Ponto 7	190	150	390	130	100	50,0
Ponto 8	40,0	50,0	61,0	50,0	30,0	40,0
Ponto 9	30,0	30,0	10,0	20,0	20,0	60,0
Ponto 10	30,0	40,0	40,0	30,0	20,0	230

As grandezas destas medidas variaram de 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na estação 9 da bacia do arroio da Porteira a 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na estação 4 da bacia do arroio do Conde, denotando uma variabilidade muito grande no sistema estudado. Os valores médios anuais também evidenciam esta diferença bastante acentuada entre as estações com valores abaixo de 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ como as estações 1 e 3 do Arroio do Conde, estação 8 do arroio dos Ratos e as duas estações do arroio da Porteira. Valores médios de condutividade de 100 a 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ caracterizaram as estações 2 e 5 do Arroio do Conde e a estação 7 do Arroio dos Ratos. As estações 4 e 6 do arroio do Conde apresentaram valores com média anual entre 300 e 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Os maiores valores medidos foram verificados no ponto 4 da bacia do arroio do Conde, denotando o alto impacto antrópico nesta bacia, pois quando comparado com o valor da condutividade apresentado no ponto 1 da mesma bacia, representante de um local não impactado, a condutividade é aumentada em média quinze vezes.

PH

O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes em ecossistemas aquáticos, pois ele interfere no tipo de comunidade, em processos bioquímicos, no balanço de CO_2 , na natureza química da água e na solubilidade de sais.

No estudo realizado o acompanhamento mensal das estações monitoradas está mostrado na Tabela 6, os valores médios e amplitude de variação nas Figuras 5(a) para bacia do arroio do Conde, Figura 5(b) para bacia do arroio dos Ratos e Figura 5(c) para bacia do arroio da Porteira.

Tabela 6
VALORES DE PH NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	6,81	6,12	6,60	5,65	6,67	7,28
Ponto 2	7,20	6,58	6,59	6,35	6,12	6,16
Ponto 3	6,57	6,65	6,70	6,00	7,30	6,16
Ponto 4	4,86	3,56	3,40	2,62	4,90	4,44
Ponto 5	6,10	6,38	5,54	4,96	6,17	5,64
Ponto 6	6,30	6,00	4,70	5,11	6,02	5,64
Ponto 7	3,39	5,82	4,50	2,71	3,98	3,48
Ponto 8	5,37	6,50	6,38	5,86	6,62	6,01
Ponto 9	6,22	5,40	5,90	5,76	7,09	5,97
Ponto 10	6,23	6,43	6,50	5,86	7,12	6,08

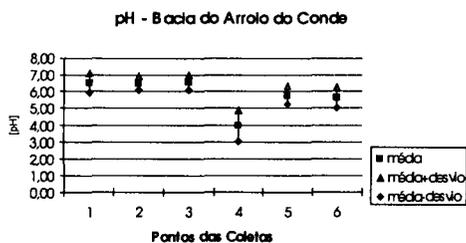


Figura 5(a)

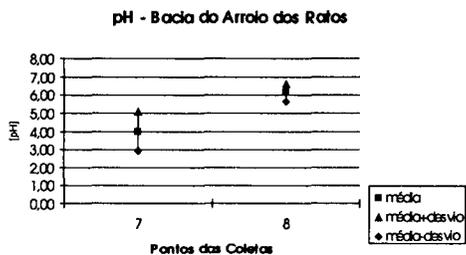


Figura 5(b)

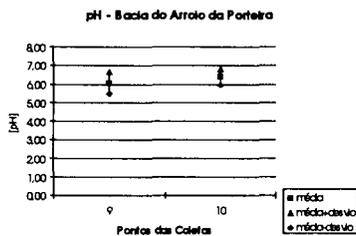


Figura 5(c)

Pela legislação CONAMA 20, o pH médio para águas doces do território nacional deve situar-se em uma faixa de valores compreendidos entre 6,0 e 9,0. Todas as estações monitoradas apresentam média anual em torno do pH 6,0, exceto as estações 4 do arroio do Conde e a estação 7 do Arroio dos Ratos que apresentaram, ambas, um pH médio anual em torno de 3,9 e atingiram os valores extremos de 2,62 (estação 4) e de 2,71 (estação 7) no mês de abril/94.

Este comportamento apresentado evidencia a influência do processo de mineração sobre o sistema hídrico da região. Estes resultados estão em concordância com os valores medidos de condutividade nas estações de coleta, pois um pH ácido favorece a dissolução de substâncias químicas, com o conseqüente aumento da condutividade elétrica da coluna d'água.

Oxigênio dissolvido (OD) e nível de saturação

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização de ecossistemas aquáticos. As principais fontes de O₂ para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Por outro lado, as perdas são o consumo pela decomposição de matéria orgânica, perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos.

A concentração de oxigênio dissolvido ao longo do período estudado nos pontos de coleta estão mostrados na Tabela 7, os valores médios e amplitude de variação nas Figuras (6a), (6b) e (6c) para as bacias do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 7
VALORES DE OD (mg/l O₂) NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	8,50	7,70	5,50	7,70	8,30	9,10
Ponto 2	9,20	10,00	7,90	7,70	9,10	10,30
Ponto 3	10,90	11,90	7,10	8,90	9,40	10,70
Ponto 4	9,50	7,60	5,70	6,00	7,30	7,10
Ponto 5	9,50	8,50	5,20	7,30	8,50	9,80
Ponto 6	9,20	7,50	5,70	7,50	8,30	9,60
Ponto 7	10,00	5,50	3,00	6,40	8,70	6,90
Ponto 8	9,00	8,00	6,00	7,50	7,10	9,80
Ponto 9	10,00	7,40	6,00	6,90	8,70	9,40
Ponto 10	10,50	8,00	6,30	7,10	9,10	9,60

OXIGÊNIO DISSOLVIDO - Bacia do Arroio do Conde

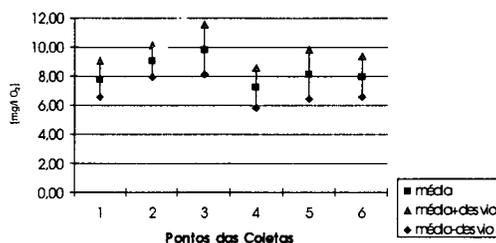


Figura 6(a)

OXIGÊNIO DISSOLVIDO - Bacia do Arroio dos Ratos

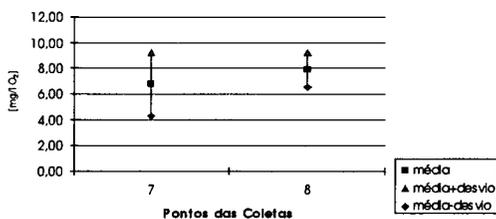


Figura 6(b)

OXIGÊNIO DISSOLVIDO - Bacia do Arroio da Porteira

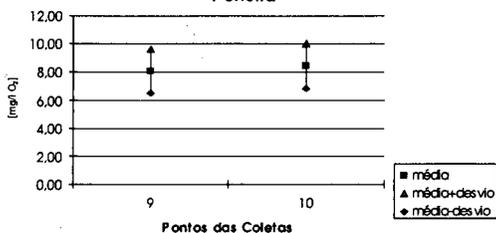


Figura 6(c)

A água superficial dos pontos monitorados apresenta concentração média anual de Oxigênio dissolvido que atende ao padrão Classe I (CONAMA 20), que é de uma concentração superior a 6 mg/l de O₂. Os menores valores foram medidos em janeiro/94 para todas as estações monitoradas. A estação 4 no arroio do Conde e a estação 7 no arroio dos Ratos foram as que apresentaram os valores médios mais baixos de OD, com 7,20 mg/l O₂ e 6,75 mg/l O₂, respectivamente. A estação 7 do arroio dos Ratos foi a que apresentou o maior coeficiente de variação de 36,3%.

O nível de saturação de oxigênio é calculado através da dependência de solubilidade deste gás com a temperatura da água (Tabela 4). Os valores calculados encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8
VALORES DE SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO (%) NAS ESTAÇÕES
DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	85,6	85,3	63,4	75,6	76,8	92,8
Ponto 2	92,6	109	91,0	78,8	84,7	103
Ponto 3	112	127	80,1	87,4	88,9	107
Ponto 4	106	89,9	65,7	65,5	69,9	75,7
Ponto 5	98,3	94,2	61,0	74,7	80,7	97,5
Ponto 6	95,2	82,3	66,3	76,9	79,2	95,5
Ponto 7	97,2	63,9	35,5	66,9	85,4	79,5
Ponto 8	92,2	90,3	71,0	78,4	69,7	98,3
Ponto 9	99,3	83,5	71,0	70,4	84,6	93,0
Ponto 10	103	90,3	72,6	71,3	87,4	95,1

A água superficial dos pontos monitorados não apresenta “déficits” de oxigênio acentuados. De todas as análises, 11,6% das amostras apresentam hipersaturação (acima de 100%) e 72,0% dos dados, valores entre 70 e 99% de saturação, o que evidencia um bom grau de oxigenação do sistema. Uma percentagem de 13,3% das amostras apresentaram valores entre 60 e 70% de saturação de O₂. Todas as estações apresentaram os valores mais baixos de saturação de O₂ no mês de janeiro/94, sendo que a estação 7 do arroio dos Ratos atingiu o valor de 35,5%.

Através do impacto verificado pelas atividades de mineração, e já evidenciado pelos parâmetros anteriormente analisados, o consumo de Oxigênio nestes corpos d’água ocorre, em grande parte, devido aos processos de oxidação de íons metálicos solubilizados.

Sólidos suspensos e sólidos dissolvidos

O somatório dos Sólidos dissolvidos (resíduo filtrável) e dos suspensos (resíduo não filtrável) representa o teor de Sólidos Totais presentes na água em análise. No período monitorado foram analisados os Sólidos Dissolvidos (Tabela 8) e os Sólidos Suspensos (Tabela 9). A concentração média, bem como o intervalo de variação estão apresentados para Sólidos Dissolvidos nas Figuras 7(a), para a bacia do Conde, Figura 7(b), para a bacia dos Ratos e Figura 7(c) para bacia da Porteira. Para Sólidos em Suspensão o valor médio sua amplitude de variação ao longo do período monitorado encontram-se nas Figuras 8(a), 8(b) e 8(c) para as bacias do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 8

VALORES DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS (MG/L) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	43,0	41,0	49,0	45,0	45,0	10,0
Ponto 2	20,0	23,0	24,0	22,0	22,0	10,0
Ponto 3	37,0	39,0	41,0	38,0	37,0	21,0
Ponto 4	51,0	50,0	55,0	52,0	53,0	25,0
Ponto 5	47,0	45,0	49,0	48,0	44,0	38,0
Ponto 6	42,0	49,0	57,0	46,0	59,0	29,0
Ponto 7	39,0	30,0	38,0	36,0	35,0	21,0
Ponto 8	53,0	59,0	67,0	51,0	65,0	42,0
Ponto 9	58,0	63,0	71,0	59,0	75,0	39,0
Ponto 10	35,0	69,0	73,0	34,0	74,0	51,0

SÓLIDOS DISSOLVIDOS - Baía do Arroio do Conde

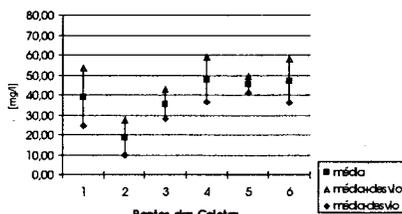


Figura 7(a)

SÓLIDOS DISSOLVIDOS - Baía do Arroio dos Ratos

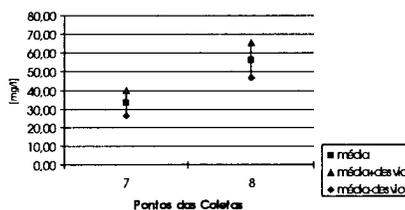


Figura 7(b)

SÓLIDOS DISSOLVIDOS - Baía do Arroio da Porteira

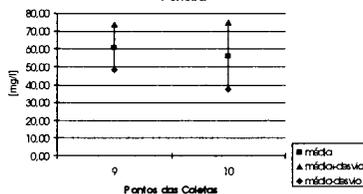


Figura 7(c)

A legislação CONAMA 20 estabelece um limite de 500 mg/l para os Sólidos Dissolvidos nas águas Classe I. Os valores médios analisados para todas as estações monitoradas, encontram-se muito abaixo deste limite legislado, apresentando valores inferiores a 60 mg/l para sólidos dissolvidos totais.

Tabela 9
VALORES DE SÓLIDOS SUSPENSOS (MG/L) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	93,0	99,0	98,0	97,0	89,0	60,0
Ponto 2	29,0	35,0	32,0	32,0	36,0	24,0
Ponto 3	75,0	76,0	76,0	77,0	73,0	51,0
Ponto 4	132	139	143	140	129	83,0
Ponto 5	121	144	152	131	140	89,0
Ponto 6	153	163	171	148	165	73,0
Ponto 7	151	155	153	150	152	102
Ponto 8	164	167	169	170	165	131
Ponto 9	137	180	185	144	181	50,0
Ponto 10	87,0	85,0	81,0	85,0	80,0	14,0

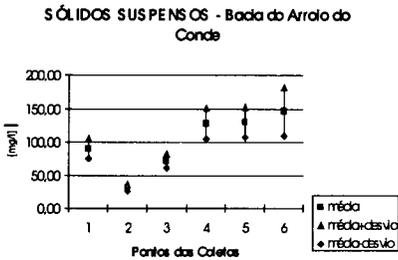


Figura 8(a)

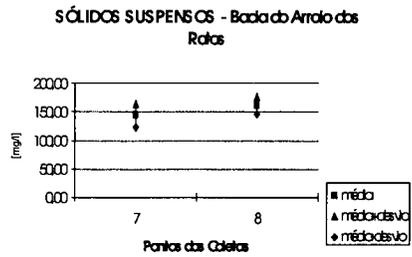


Figura 8(b)

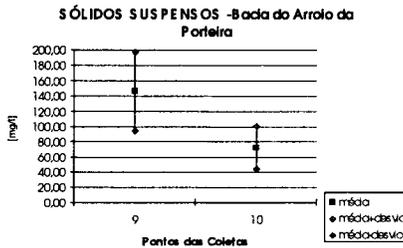


Figura 8(c)

Pela análise dos resultados obtidos, pode-se verificar que os pontos 4, 5 e 6 do arroio do Conde, os dois do arroio dos Ratos e o ponto 9 do arroio da Porteira apresentaram média anual mais elevada, superior a 120 mg/l, do que os demais pontos, que apresentaram média anual inferior a 89 mg/l.

A análise dos Sólidos Dissolvidos (SD) em relação aos Sólidos Suspensos (SS) referente ao valor médio encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10
VALORES MÉDIOS DE SD/SS NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

Ponto	SD/SS
1	0,43
2	0,59
3	0,50
4	0,37
5	0,35
6	0,32
7	0,23
8	0,35
9	0,42
10	0,78

Através da interpretação dos valores da Tabela 10, verifica-se que, para a maioria dos pontos, existe uma maior proporção de Sólidos Suspensos na composição dos Sólidos Totais das águas analisadas. Apenas a estação 3 do arroio do Conde apresentou uma distribuição equitativa e a estação 2 apresentou uma maior presença de Sólidos Dissolvidos.

Sólidos sedimentáveis

Os sólidos Sedimentáveis devem estar virtualmente ausentes, para atendimento dos padrões do CONAMA 20.

No monitoramento realizado este parâmetro obteve as concentrações apresentadas na Tabela 11 e a média anual com sua amplitude de variação é visualizada nas Figuras 9(a), 9(b) e 9(c) para as bacias do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 11
VALORES DE SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS (ML/L) NAS ESTAÇÕES
DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	0,10	0,10	0,25	0,00	0,00	0,20
Ponto 2	0,30	0,90	2,50	0,50	1,00	0,30
Ponto 3	0,00	0,10	0,00	0,00	0,20	0,00
Ponto 4	4,00	2,00	2,70	1,20	2,00	1,50
Ponto 5	0,20	0,20	0,15	0,10	0,20	0,20
Ponto 6	0,50	0,20	0,01	0,10	0,90	0,30
Ponto 7	0,00	3,00	1,60	0,20	0,00	0,00
Ponto 8	0,00	1,00	0,03	0,10	0,00	0,10
Ponto 9	0,10	0,30	0,04	0,20	0,20	0,10
Ponto 10	0,20	0,20	0,10	0,10	0,30	0,00

SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS - Bacia do Arroio do Conde

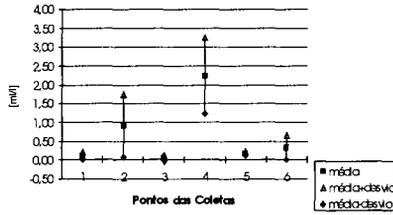


Figura 9(a)

SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS - Bacia do Arroio dos Ratos

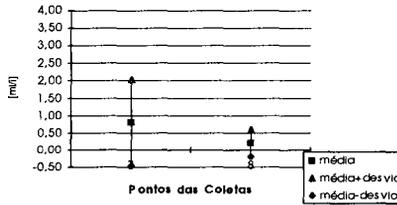


Figura 9(b)

SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS - Bacia do Arroio da Porteira

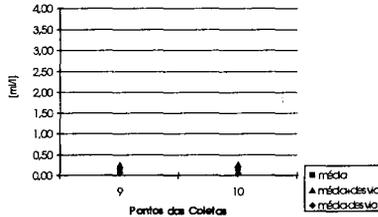


Figura 9(c)

A média anual para todas as estações é baixa, com valores inferiores a 1,0 ml/l, exceto para a estação 4 do arroio do Conde, que apresentou o valor médio de 2,2 ml/l. As estações avaliadas atendem os padrões da legislação ambiental.

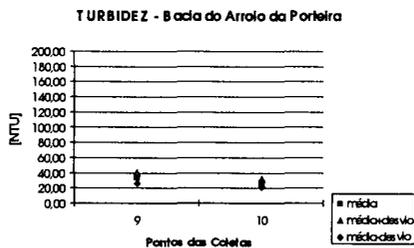
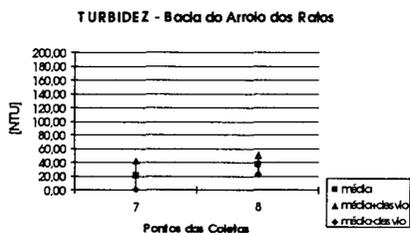
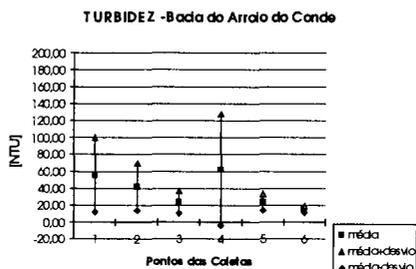
Turbidez

A turbidez da água é a medida de sua capacidade em dispersar a radiação. Os principais responsáveis pela turbidez são principalmente as partículas suspensas (bactérias, fitoplâncton, detritos orgânicos e inorgânicos) e em menor quantidade os compostos dissolvidos.

Nos locais estudados o monitoramento da Turbidez encontra-se na Tabela 12 e os valores médios e amplitude de variação é verificada nas Figuras 10(a) para a bacia do arroio do Conde, Figura 10(b) para a bacia do arroio dos Ratos e Figura 10(c) para a bacia do arroio da Porteira.

Tabela 12
VALORES DA TURBIDEZ (NTU) NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	66,7	24,4	138	50,7	20,2	34,1
Ponto 2	59,1	20,9	89,6	29,2	16,7	32,7
Ponto 3	29,9	17,4	47,9	18,1	14,0	14,6
Ponto 4	75,7	44,5	189	17,4	26,4	18,8
Ponto 5	34,8	11,9	34,0	19,5	14,6	25,1
Ponto 6	10,5	11,2	14,6	20,8	16,7	16,7
Ponto 7	4,90	18,1	25,7	61,2	4,90	14,6
Ponto 8	50,1	39,6	20,9	25,0	53,5	32,0
Ponto 9	45,9	29,2	30,6	36,8	27,8	30,6
Ponto 10	34,8	18,1	27,8	29,2	24,6	23,7



O valor médio obtido para turbidez atende a legislação ambiental para águas Classe I, que é de até 40 NTU em todas as estações de coleta, exceto nas estações 2 e 4 do arroio do Conde onde a Turbidez apresentou valor médio de 41,3 e 61,9 NTU, respectivamente, atendendo a legislação para águas Classe II, que é de até 100 NTU. Os coeficientes de variação dos valores médios anuais são muito altos, em torno de 100%, para o ponto 4 da bacia do arroio do Conde e para o ponto 7 da bacia do Arroio dos Ratos. As estações do arroio da Porteira apresentaram coeficientes de variação inferiores a 20%.

Alcalinidade

A alcalinidade representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar ácidos. Esta capacidade depende de alguns compostos, principalmente bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, que estejam presentes no corpo hídrico.

Tendo em conta a faixa de pH obtida nos locais estudados (Tabela 6), nestas águas superficiais a pouca alcalinidade obtida deve-se, principalmente, a presença de bicarbonatos.

Os valores da alcalinidade ao longo de período monitorado encontram-se na Tabela 13 e os valores médios com a variação anual estão apresentados nas Figuras 11(a), (b) e (c), para as bacias do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 13
VALORES DA ALCALINIDADE (MEQ/L) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	0,18	0,19	0,10	0,09	0,14	0,22
Ponto 2	0,22	0,54	0,19	0,36	0,08	0,27
Ponto 3	0,18	0,20	0,16	0,15	0,17	0,17
Ponto 4	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ponto 5	0,13	0,15	0,16	0,00	0,10	0,16
Ponto 6	0,19	0,22	0,04	0,05	0,05	0,13
Ponto 7	0,00	0,17	0,02	0,00	0,00	0,00
Ponto 8	0,18	0,26	0,34	0,21	0,12	0,27
Ponto 9	0,14	0,21	0,25	0,11	0,11	0,14
Ponto 10	0,15	0,25	0,27	0,16	0,14	0,17

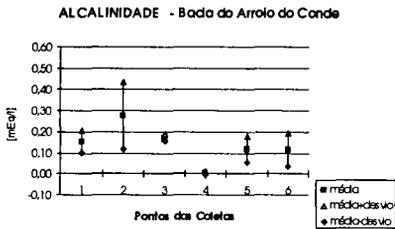


Figura 11(a)

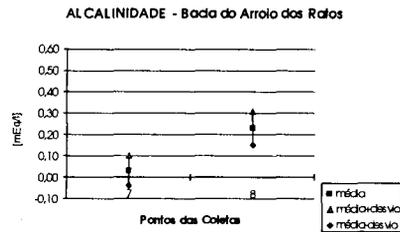


Figura 11(b)

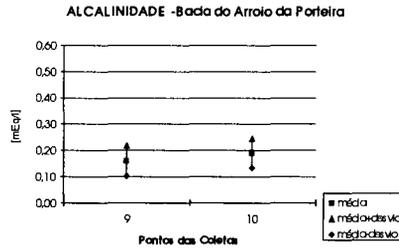


Figura 11(b)

A reserva alcalina dos sistemas hídricos da região é bastante pequena. O valor máximo determinado foi de 0,36 mEq/l na estação 2 do Arroio do Conde. As estações 4 do Arroio do Conde e a 7 do Arroio dos Ratos apresentaram média anual de 0,00 e de 0,03 mEq/l, respectivamente. A influência do efluente da mineração sobre este parâmetro é evidente e muito pronunciada. O comportamento das estações de coleta para os parâmetros alcalinidade, condutividade elétrica e pH é semelhante, revelando a fragilidade do sistema hídrico, principalmente para a estação 4 da Bacia do Conde e para a estação 7 da Bacia do Arroio dos Ratos.

DUREZA

O acompanhamento da dureza nos pontos monitorados ao longo do período de estudo encontram-se na Tabela 14 e a variação anual, bem como a concentração média estão visualizados nas Figuras 12(a), para a Bacia do Conde, Figura 12(b) para Bacia do Arroio dos Ratos e Figura 12(c) para a Bacia do Arroio da Porteira.

Tabela 14

VALORES DA DUREZA (MG/L CaCO_3) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	11,9	11,8	11,2	6,90	15,2	7,40
Ponto 2	90,4	146	122	183	18,1	55,5
Ponto 3	8,90	7,90	8,10	8,90	21,7	5,40
Ponto 4	93,4	114	97,5	260	47,8	63,5
Ponto 5	108	122	92,4	116	53,6	94,2
Ponto 6	192	134	217	122	55,8	83,3
Ponto 7	42,9	51,2	104	35,7	29,0	55,5
Ponto 8	11,7	7,90	21,3	18,8	24,6	13,9
Ponto 9	8,80	35,4	16,2	16,9	14,5	8,40
Ponto 10	7,80	15,7	12,2	19,8	10,1	12,9

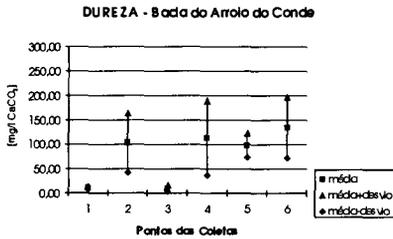


Figura 12(a)

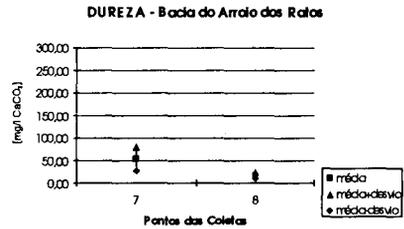


Figura 12 (b)

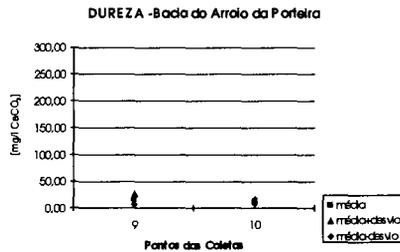


Figura 12 (c)

Como a forma de expressão do grau de dureza é variável entre os países, optou-se por expressá-la em graus americanos (1 dH = 1,0 mg/l CaCO₃). As águas são classificadas como muito brandas quando possuem de 0 a 40 dH°. Pela análise dos dados obtidos as estações 1 e 3 do Arroio do Conde, a estação 8 do Arroio dos Ratos e as duas estações do Arroio da Porteira são classificadas como águas muito brandas.

Para as estações 2, 4, 5 e 6 do Arroio do Conde e para a estação 7 do Arroio dos Ratos determinou-se um valor médio de dureza mais elevado em torno de 100 dH° para os pontos do Arroio do Conde e de 50 dH° para o ponto do Arroio dos Ratos. Nestes sistemas a Dureza aumentada, reflete a presença de Cálcio e Magnésio e também a presença de Sulfatos, Cloretos e outros ânions de ácidos minerais, provenientes das atividades de mineração.

Demanda bioquímica de oxigênio e demanda química de oxigênio

Estes parâmetros são usados para avaliar a quantidade de carga orgânica e de substâncias redutoras presentes na água.

O monitoramento da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) para o período amostrado encontra-se na Tabela 15 e seus valores médios e variação nas Figuras 13(a,b,c) para as Bacias Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 15
VALORES DE DBO₅ (mg/l O₂) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	1,27	1,00	1,10	0,77	0,19	0,88
Ponto 2	0,85	1,70	1,00	0,00	0,38	1,60
Ponto 3	2,40	3,00	1,40	0,57	2,10	2,50
Ponto 4	3,74	2,40	1,60	0,96	0,57	1,10
Ponto 5	2,53	1,60	1,00	0,57	0,38	1,20
Ponto 6	1,91	1,20	1,40	0,19	0,38	1,90
Ponto 7	2,28	4,70	1,40	0,38	0,38	0,80
Ponto 8	2,07	2,30	1,60	0,77	0,57	0,75
Ponto 9	2,81	1,20	1,40	0,19	0,77	3,70
Ponto 10	2,39	1,70	1,80	0,57	0,57	1,80

DBO5 - Bacia do Arroio do Conde

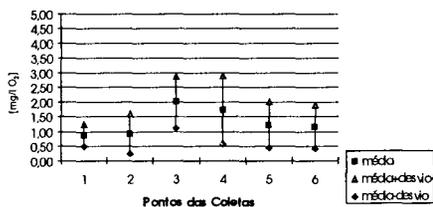


Figura 13(a)

DBO5 - Bacia do Arroio dos Ratos

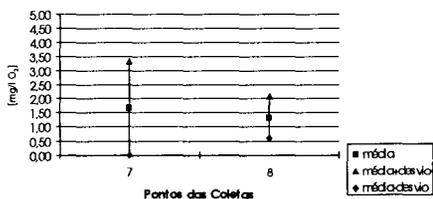


Figura 13(b)

DBO5 - Bacia do Arroio da Porteira

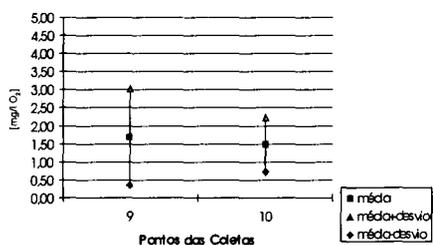


Figura 13 (c)

Todas as concentrações médias anuais das estações monitoradas classificaram-se, de acordo com a CONAMA 20, como Classe I, pois esta estabelece um máximo de 3 mg/l O_2 para o DBO_5 . Os resultados apresentaram um grande coeficiente de variação, demonstrando uma alta variabilidade nos valores monitorados.

A carga orgânica, passível de ser degradada por decompositores, presente no sistema hídrico da região é muito pequena.

O monitoramento da Demanda Química de Oxigênio (DQO) para o período estudado, encontra-se na Tabela 16 e seus valores médios nas Figuras 14(a) para a Bacia do Conde, Figura 14(b) para a Bacia dos Ratos e Figura 14(c) para a Bacia do Arroio da Porteira.

Tabela 16
VALORES DE DQO (MG/L O₂) NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	17,18	11,85	32,40	12,40	21,50	12,20
Ponto 2	20,30	11,85	27,50	12,70	15,40	10,60
Ponto 3	15,62	10,37	25,10	10,80	46,10	7,30
Ponto 4	18,74	38,52	13,20	10,80	23,10	12,20
Ponto 5	16,54	8,88	24,30	12,40	33,80	11,40
Ponto 6	12,03	8,88	11,30	11,10	18,40	12,20
Ponto 7	12,03	63,60	12,90	36,20	18,40	13,00
Ponto 8	13,54	50,88	14,80	34,60	26,10	5,70
Ponto 9	16,54	40,70	16,20	42,50	35,40	15,40
Ponto 10	15,04	17,80	16,20	25,20	16,20	12,20

DQO - Bacia do Arroio do Conde

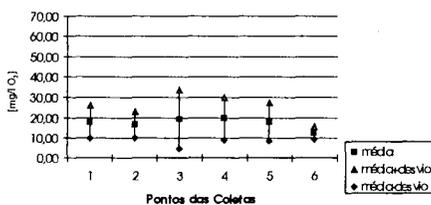


Figura 14(a)

DQO - Bacia do Arroio dos Ratos

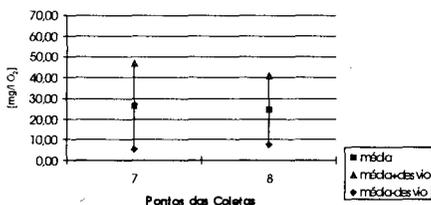


Figura 14(b)

DQO - Bacia do Arroio da Porteira

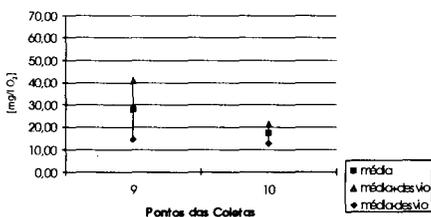


Figura 14 (c)

Os valores médios anuais de DQO situaram-se abaixo de 20 mg/l O₂ para as estações da Bacia do Conde e para a estação 10 do Arroio da Porteira. As duas estações do Arroio dos Ratos e a estação 9 do Arroio da Porteira, apresentaram média anual em torno de 25 mg/l O₂.

O percentual de DBO₅ sobre o DQO e o percentual do DBO₅ sobre o OD para os valores médios anuais estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17
VALORES MÉDIOS DO DBO₅ SOBRE O DQO E DO PERCENTUAL DE CONSUMO DE O₂ DISPONÍVEL PARA AS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

Estação	DBO ₅ /DQO (%)	DBO ₅ /OD (%)
1	4,8	11,1
2	5,6	10,2
3	10,4	20,4
4	8,9	24,2
5	6,8	14,9
6	9,4	14,5
7	6,4	24,6
8	5,5	17,0
9	6,0	20,8
10	8,6	17,4

Os resultados mostram que todos os locais estudados apresentam comportamento semelhante para os percentuais apresentados na Tabela 17. O valor máximo de 10,4% obtido para a relação de DBO₅/DQO mostra que 89,6% do consumo total de oxigênio pelo sistema, detectável pelo DQO, não é consumido pelos microorganismos. Isso conduz à conclusão de que a maior parte das substâncias orgânicas presentes são resistentes e/ou refratárias, necessitando tempo mais longo e microflora especializada para sua mineralização e que também a carga de matéria oxidável presente, pode ser importante para o sistema.

Em relação à quantidade de oxigênio consumida para oxidação da matéria orgânica pelos decompositores (DBO₅/OD), os dados da Tabela 17 revelam valores baixos, com um valor máximo 24,6%, indicando que a Demanda Bioquímica de Oxigênio exerce pouca pressão sobre os níveis de oxigenação de água para todos os locais estudados.

Fósforo e fosfato total

Na maioria das águas continentais o fósforo é o principal fator limitante de sua produtividade e tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas.

Nos pontos estudados o fósforo foi examinado sob duas formas: fósforo total (P), que inclui todas as formas inorgânicas e orgânicas presentes e o fósforo inorgânico dissolvido ($\text{PO}_4\text{-P}$).

No estudo da região os valores de Fósforo total estão apresentados na Tabela 18 e nas Figuras 15(a),(b) e (c) para as Bacias do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 18
VALORES DE FÓSFORO TOTAL ($\mu\text{g/l}$) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	65,0	31,0	95,9	28,0	15,6	43,6
Ponto 2	64,6	21,8	117	12,5	21,8	105
Ponto 3	80,1	24,9	64,9	18,7	18,7	25,0
Ponto 4	49,2	61,9	179	52,6	58,8	43,6
Ponto 5	65,0	18,7	83,5	46,5	129	62,0
Ponto 6	80,1	28,0	65,0	49,6	55,6	43,6
Ponto 7	61,5	21,8	31,0	34,1	9,40	25,0
Ponto 8	70,8	102	77,3	28,0	55,7	55,8
Ponto 9	98,6	52,6	29,4	46,5	24,9	49,8
Ponto 10	70,8	34,1	71,2	40,3	17,0	49,9

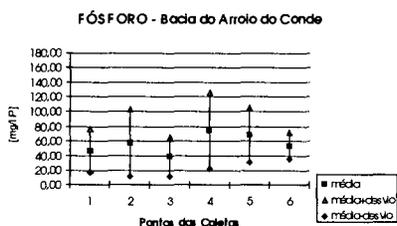


Figura 15(a)



Figura 15(b)

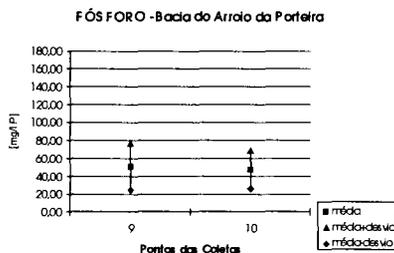


Figura 15(c)

Os valores de Fosfato inorgânico encontram-se na Tabela 19 e as médias e seus desvios anuais na Figura 16(a) para a Bacia do Arroio do Conde, Figura 16(b) para a Bacia do Arroio dos Ratos e Figura 16(c) para a Bacia do Arroio da Porteira.

Tabela 19
VALORES DE FOSFATO INORGÂNICO ($\mu\text{G/L PO}_4\text{-P}$) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	26,1	15,5	40,2	21,7	9,30	18,6
Ponto 2	21,5	7,80	20,1	4,70	12,4	24,8
Ponto 3	16,9	10,9	13,2	7,80	15,5	7,80
Ponto 4	12,2	23,2	97,3	15,5	21,7	15,5
Ponto 5	24,6	6,30	18,6	6,30	52,5	23,0
Ponto 6	21,5	7,80	10,9	20,1	18,6	23,2
Ponto 7	4,54	4,60	13,2	1,00	3,20	4,70
Ponto 8	29,2	20,1	29,4	23,2	10,9	21,7
Ponto 9	14,0	14,0	11,0	20,0	14,0	17,0
Ponto 10	15,0	17,0	20,0	17,0	8,00	17,0

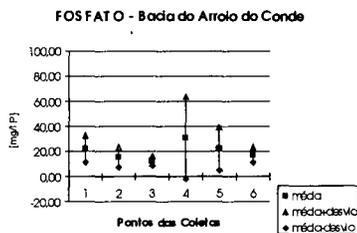


Figura 16(a)

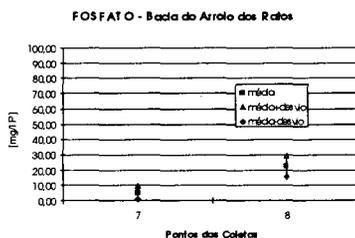


Figura 16(b)

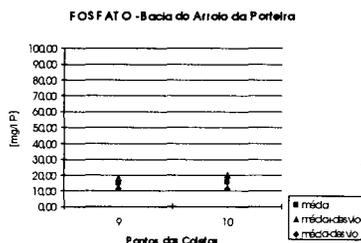


Figura 16(c)

Pela análise dos dados da Tabela 18, verifica-se que o fósforo total presente nos locais amostrados apresenta uma grande variabilidade temporal, com coeficientes de variação superiores a 40%.

O fosfato inorgânico (Tabela 19) apresenta coeficientes de variação um pouco menores, porém ainda bastante incrementados, exceto para o ponto 4 da Bacia do Arroio do Conde que apresentou um altíssimo coeficiente de variação de 106%.

A legislação ambiental fixa o valor de 25µg/l para a concentração de fosfato inorgânico em águas Classe I. Os valores médios anuais obtidos classificam as estações de coleta nesta categoria, exceto para o ponto 4 do Arroio do Conde, que apresentou a média de 30,9 µg/l PO₄-P.

Para o entendimento dos processos bióticos nos ecossistemas hídricos torna-se importante a quantificação da relação PO₄/P, que é mostrada na Tabela 20.

Tabela 20
VALORES MÉDIOS DO ÍNDICE PO₄/P (%) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

Ponto	PO ₄ /P
1	47,1
2	26,6
3	31,0
4	41,6
5	32,4
6	31,7
7	16,5
8	34,5
9	29,7
10	33,4

Verifica-se que em todas as estações da Bacia do Arroio do Conde, na estação 8 do Arroio dos Ratos e nas duas estações do Arroio da Porteira, um mínimo de 30% do fósforo total presente está na forma disponível para a biota.

Somente na estação 7 do Arroio dos Ratos este comportamento é diferente, pois apenas 16,5% do fósforo presente encontra-se na forma solúvel de ortofosfato.

Nitrogênio

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos. Quando presente em baixas concentrações pode atuar como fator limitante na produção primária. Está presente nos ambientes aquáticos, principalmente sob as formas de nitrato, nitrito, amônia e nitrogênio orgânico. Dentre as diferentes formas, o nitrato, juntamente com o íon amônio, assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários.

A concentração de amônia obtida neste estudo está apresentada na Tabela 21 e o valor médio anual com a variabilidade é mostrada na Figura 17(a) para a Bacia do Arroio do Conde, Figura 17(b) para a Bacia do Arroio dos Ratos e Figura 17(c) para a Bacia do Arroio da Porteira.

Tabela 21
VALORES DE AMÔNIA ($\mu\text{g/l NH}_3\text{-N}$) NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	301	140	113	7,6	2,2	6,7
Ponto 2	386	240	95	98,7	32,2	31,3
Ponto 3	371	173	1,0	28,5	3,1	1,0
Ponto 4	390	427	298	385	98,7	142
Ponto 5	580	113	240	115	39,4	158
Ponto 6	355	106	124	127	46,7	121
Ponto 7	525	259	859	74,9	71,3	976
Ponto 8	306	160	1,0	42,2	11,3	7,6
Ponto 9	362	172	1,0	48,5	10,4	21,3
Ponto 10	330	218	1,0	57,6	8,5	28,5

AMÔNIA - Bacia do Arroio do Conde

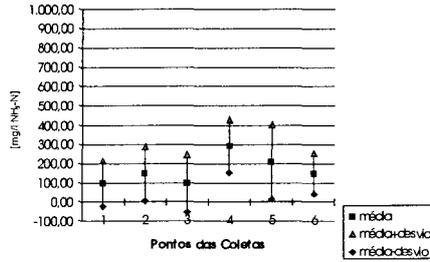


Figura 17(a)

AMÔNIA - Bacia do Arroio dos Ratos

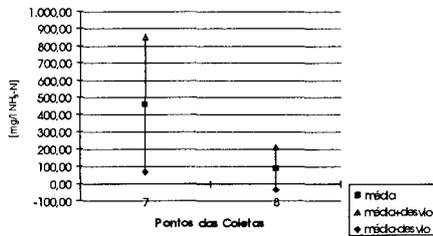


Figura 17(b)

AMÔNIA - Bacia do Arroio da Porteira

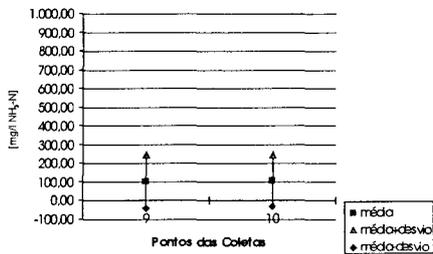


Figura 17 (c)

Pela análise dos resultados verifica-se uma grande e acentuada variabilidade por ponto, sendo os valores máximos obtidos em todos os locais nos meses de Primavera. Esta maior concentração de amônia é provavelmente resultante do processo de amonificação, a formação de amônia através da decomposição aeróbia da matéria orgânica dissolvida, por organismos heterotróficos. Esta taxa de amonificação é proporcional à produtividade, que normalmente atinge seu máximo na primavera com a floração de organismos plancctônicos.

Em relação ao padrão estabelecido pela legislação, as águas de todos os locais amostrados têm sua concentração média anual que não atinge a Classe II. Os maiores

valores médios foram registrados na estação 4 do Arroio do Conde (290 $\mu\text{g}/\text{l}$ $\text{NH}_3\text{-N}$) e na estação 7 do Arroio dos Ratos (460 $\mu\text{g}/\text{l}$ $\text{NH}_3\text{-N}$).

O nitrito é a forma intermediária da transformação do nitrogênio orgânico e os valores encontrados no monitoramento estão mostrados na Tabela 22 e Figuras 18(a,b,c) para os valores médios e variação anual das Bacias do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 22
VALORES DE NITRITO ($\mu\text{g}/\text{l}$ $\text{NO}_2\text{-N}$) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	2,8	5,2	1,8	2,8	1,8	9,1
Ponto 2	5,2	5,7	1,6	2,8	1,8	11,3
Ponto 3	2,8	2,1	1,8	2,6	2,3	4,7
Ponto 4	2,8	4,0	2,3	6,0	2,3	5,7
Ponto 5	6,7	2,6	2,8	2,3	3,5	7,7
Ponto 6	11,1	1,8	2,6	2,3	2,6	7,6
Ponto 7	1,6	3,5	1,8	3,0	2,3	7,9
Ponto 8	7,9	4,5	2,1	2,3	2,3	8,2
Ponto 9	1,1	5,0	2,6	3,3	2,1	10,4
Ponto 10	1,3	3,3	2,8	2,3	2,3	7,7

NITRITO - Bacia do Arroio do Conde

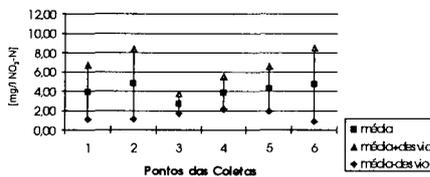


Figura 18(a)

NITRITO - Bacia do Arroio dos Ratos

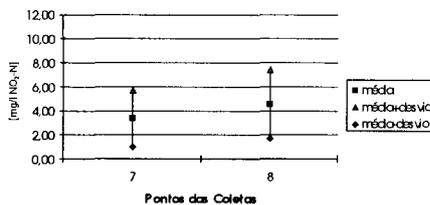


Figura 18(b)

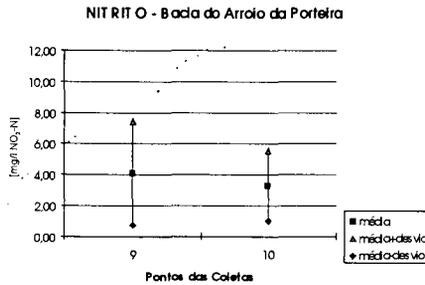


Figura 18 (c)

De acordo com os valores de nitrito fixados pela legislação ambiental (CONAMA 20) de 100 µg/l para Classe I, as estações amostradas podem ser enquadradas nesta Classe.

Existe uma grande variabilidade nos resultados obtidos e os valores máximos em todos os pontos foram alcançados nos meses de verão. Este fato provavelmente é resultante do processo de nitrificação da amônia disponível no sistema no período da primavera. Os valores médios obtidos são semelhantes em todas as estações monitoradas.

O nitrato é a forma mais oxidada, ou seja, é o produto final da estabilização aeróbia do nitrogênio orgânico. Os níveis alcançados durante este período de monitoramento encontram-se na Tabela 23 e nas Figuras 19 (a,b,c) para as Bacias do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 23

VALORES DE NITRATO (MG/L NO₃-N) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	0,063	0,032	0,062	0,018	0,036	0,023
Ponto 2	0,071	0,045	0,058	0,031	0,014	0,040
Ponto 3	0,054	0,036	0,071	0,045	0,031	0,045
Ponto 4	0,102	0,062	0,021	0,110	0,014	0,084
Ponto 5	0,080	0,080	0,023	0,036	0,053	0,045
Ponto 6	0,146	0,049	0,058	0,036	0,018	0,036
Ponto 7	0,067	0,067	0,030	0,031	0,036	0,023
Ponto 8	0,036	0,045	0,027	0,031	0,014	0,049
Ponto 9	0,041	0,075	0,067	0,018	0,040	0,027
Ponto 10	0,041	0,027	0,049	0,023	0,006	0,005

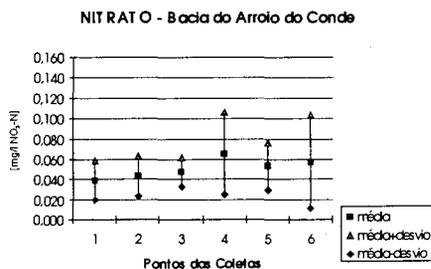


Figura 19(a)

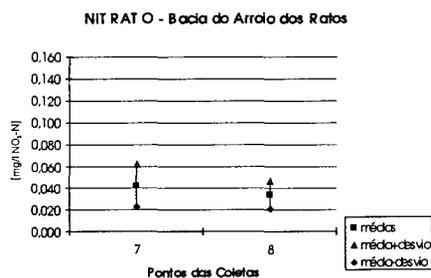


Figura 19(b)

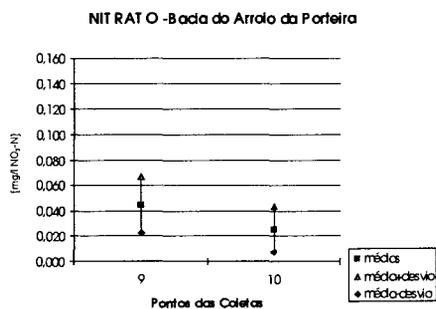


Figura 19(c)

Os valores médios obtidos estão muito abaixo do padrão fixado pelo CONAMA 20 que é de 10mg/l NO₃-N, classificando todas as estações em relação a este parâmetro como Classe I. O maior valor médio anual obtido foi na estação 4 do Arroio do Conde com média de 0,07 mg/l NO₃-N e as demais estações apresentaram médias entre 0,03 e 0,05 mg/l NO₃-N.

O nitrogênio total, parâmetro que engloba o nitrogênio amoniacal e o nitrogênio orgânico, também foi monitorado neste estudo e sua variação está apresentada na Tabela 24 e Figura 20(a) para o Arroio do Conde, Figura 20(b) para o Arroio dos Ratos e Figura 20(c) para o Arroio da Porteira.

Tabela 24
VALORES DE NITROGÊNIO TOTAL (MG/L N) NAS ESTAÇÕES
DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	1,10	2,40	5,40	6,00	1,30	0,89
Ponto 2	1,30	1,80	4,80	5,40	1,20	0,82
Ponto 3	0,80	1,80	4,80	4,20	0,45	0,44
Ponto 4	1,30	2,60	6,00	6,60	1,20	1,60
Ponto 5	1,50	2,70	6,00	5,60	2,40	0,59
Ponto 6	1,50	2,00	4,20	3,00	1,50	0,44
Ponto 7	2,10	2,70	3,90	2,40	2,20	3,70
Ponto 8	0,80	2,70	4,80	5,40	2,10	0,37
Ponto 9	2,80	2,10	3,60	3,60	1,30	0,82
Ponto 10	1,90	1,50	3,60	3,00	0,45	2,10

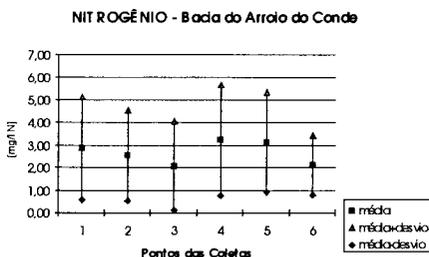


Figura 20(a)

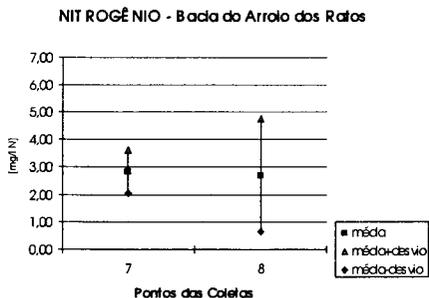


Figura 20(b)

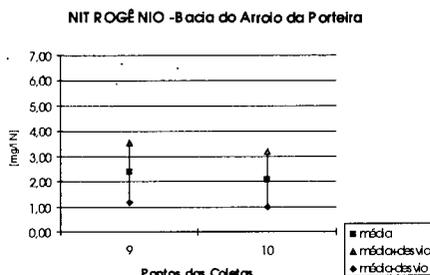


Figura 20 (c)

A média anual obtida nas estações amostradas é semelhante para todos os locais, havendo uma tendência de atingir-se os maiores valores nos meses finais de primavera e verão. A média das concentrações alcançadas em todos os pontos caracteriza este ecossistema como eutrófico.

Através destes resultados pode-se estabelecer a relação de dominância das formas de nitrogênio presentes em relação ao total, índices que são apresentados na Tabela 25.

Tabela 25

VALOR MÉDIO DA RELAÇÃO DE DOMINÂNCIA RELATIVA
DAS FORMAS DE NITROGÊNIO PRESENTES NAS ESTAÇÕES
DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

Ponto	NO ₃ (%)	NO ₂ (%)	NH ₃ (%)	N org. (%)
1	1,4	0,14	3,3	95,2
2	1,5	0,19	5,7	92,6
3	2,3	0,14	4,5	93,0
4	2,1	0,12	8,8	88,9
5	1,6	0,12	6,5	91,8
6	2,7	0,23	6,7	90,3
7	1,4	0,10	16,0	82,5
8	1,1	0,15	3,2	95,5
9	1,6	0,16	4,2	93,9
10	1,4	0,14	5,0	93,4

Dentre as formas de nitrogênio presentes, a relação de dominância é sempre Norg > NH₃ > NO₃ > NO₂. O somatório da contribuição destes íons na concentração média de nitrogênio, indica que este elemento está presente nas águas dos locais amostrados preferentemente na forma orgânica. O nitrogênio orgânico dissolvido (purinas, peptídeos, aminas e aminoácidos) e o nitrogênio orgânico particulado (bactérias, fitoplâncton, zooplâncton e detritos) representam em média de 82,5% (ponto 7 do Arroio dos Ratos) a 95,5% (ponto 8 do Arroio dos Ratos) do total presente deste elemento nos pontos estudados.

Sulfato

Dentre as várias formas de enxofre presentes na água, o íon sulfato e o gás sulfídrico são os mais frequentes, sendo que o íon sulfato assume maior importância na produtividade do ecossistema, visto que constitui a principal fonte de enxofre para os produtores primários. A concentração de enxofre nos ecossistemas aquáticos tem aumentado consideravelmente nos últimos anos através de fontes antrópicas, principalmente em zonas de mineração de carvão com a oxidação da piritita.

Na Tabela 26 encontram-se os valores obtidos para este íon ao longo do período monitorado e as Figuras 21(a,b,c) apresentam os valores médios e suas variações no período para as Bacias Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 26
VALORES DE SO_4 (mg/l) NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	2,50	2,60	2,00	0,53	0,20	0,50
Ponto 2	19,3	25,8	125	251	37,9	16,6
Ponto 3	2,90	1,80	0,60	0,10	0,22	0,10
Ponto 4	90,9	65,2	129	435	56,3	101
Ponto 5	40,6	42,8	96,3	125	27,8	91,4
Ponto 6	128	36,7	235	141	0,25	86,3
Ponto 7	27,1	8,10	153	32,4	15,5	73,1
Ponto 8	4,80	2,00	7,50	6,20	0,73	5,00
Ponto 9	2,10	0,93	1,30	2,20	0,50	1,90
Ponto 10	1,80	1,10	0,12	0,73	0,54	0,10

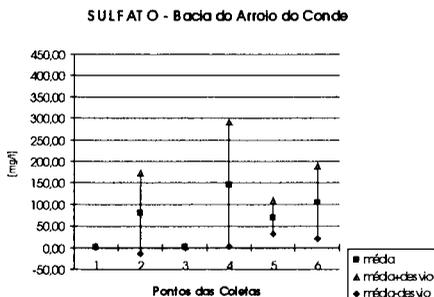


Figura 21(a)

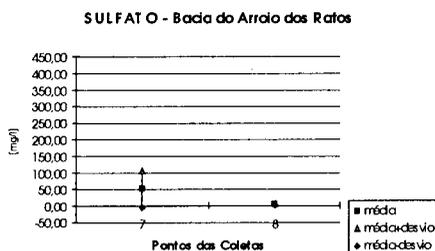


Figura 21 (b)

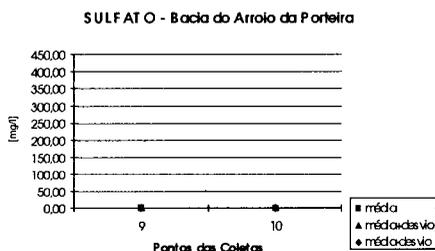


Figura 21 (c)

A legislação CONAMA 20 fixa uma concentração de 250 mg/l para Sulfato nas águas Classe I. Todas as estações de coleta acusaram valores médios inferiores ao limite estabelecido. Porém, o que se verifica na região estudada, é o alto incremento na concentração de Sulfato em pontos da Bacia do Conde, quando comparados com as estações da mesma bacia que não sofrem influência da atividade mineradora. A estação 4 desta Bacia sofre um aumento na concentração média de Sulfato de 125 vezes, atingindo o valor médio de 146,2 mg/l. Na Bacia do Arroio dos Ratos, a estação 7 também sofre um incremento quando comparada à estação 8 de 12 vezes. A Bacia do Arroio da Porteira apresentou baixas concentrações de sulfato.

Cloreto

O ânion cloreto foi monitorado neste estudo e os resultados encontrados são apresentados na Tabela 27 e na Figura 22(a) para os pontos do Arroio do Conde, Figura 22(b) para o Arroio dos Ratos e Figura 22(c) para o Arroio da Porteira.

Tabela 27
VALORES DE CLORETO (mg/l) NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	6,6	3,1	5,0	6,7	6,2	7,8
Ponto 2	9,2	4,8	5,7	7,1	10,3	7,6
Ponto 3	7,9	4,8	5,7	7,1	11,2	8,5
Ponto 4	9,2	4,8	5,3	8,9	9,4	9,4
Ponto 5	10,5	7,8	6,0	8,9	12,5	10,3
Ponto 6	9,2	7,8	7,8	9,2	10,7	8,9
Ponto 7	7,9	7,8	11,0	7,8	9,0	8,9
Ponto 8	6,6	4,8	5,6	7,8	9,4	8,7
Ponto 9	6,6	4,8	5,0	7,4	9,4	8,5
Ponto 10	5,3	3,1	6,4	7,4	9,8	11,9

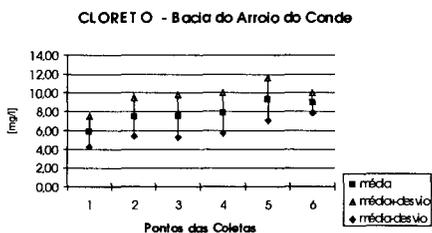


Figura 22 (a)

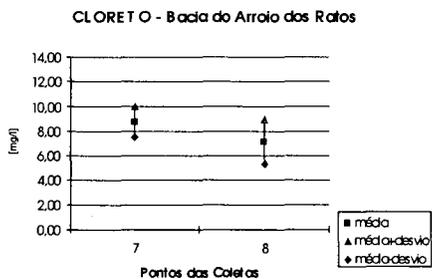


Figura 22 (b)

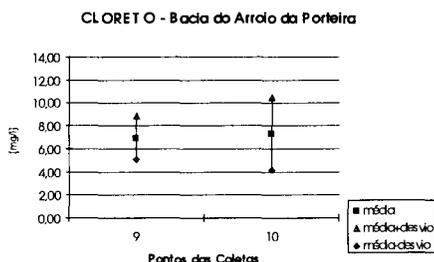


Figura 22 (c)

Os valores médios anuais atingidos nas estações monitoradas encontram-se muito abaixo do padrão fixado pelo CONAMA 20 que é de 250 mg/l, para Classe I. O valor médio mais alto foi verificado na estação 4 do Arroio do Conde de 9,3 mg/l e o menor valor na estação 1 da mesma bacia com concentração média de 5,9 mg/l.

Fenóis

A concentração de substâncias fenólicas foi monitorada para os locais estudados e as concentrações estão mostradas na Tabela 28, os valores médios com a respectiva variação anual encontram-se nas Figuras 23(a,b,c) para as Bacias Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 28
VALORES DE FENÓIS (mg/l) NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	0,018	0,017	0,012	0,039	0,002	0,046
Ponto 2	0,010	0,008	0,006	0,020	0,002	0,009
Ponto 3	0,010	0,008	0,006	0,009	0,002	0,010
Ponto 4	0,009	0,008	0,006	0,009	0,015	0,010
Ponto 5	0,027	0,042	0,030	0,009	0,023	0,028
Ponto 6	0,009	0,042	0,030	0,020	0,001	0,009
Ponto 7	0,009	0,025	0,024	0,009	0,015	0,010
Ponto 8	0,010	0,025	0,024	0,020	0,001	0,010
Ponto 9	0,017	0,002	0,024	0,020	0,015	0,010
Ponto 10	0,008	0,002	0,024	0,040	0,001	0,010

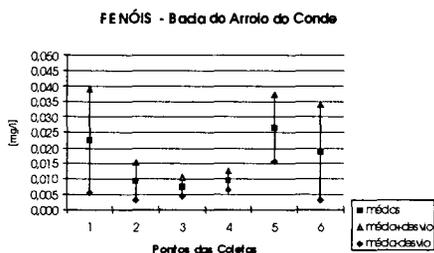


Figura 23(a)

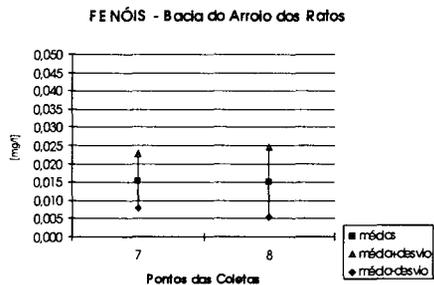


Figura 23(b)

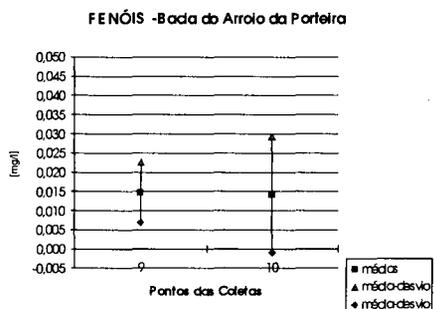


Figura 23 (c)

A legislação CONAMA 20 estabelece o limite de 0,001 mg/l para águas Classe II. Este valor foi ultrapassado na concentração média anual de todas as estações monitoradas. Analisando-se os valores obtidos verificou-se alta variabilidade da concentração de fenóis em todos os locais amostrados. As médias anuais são semelhantes em todos os pontos, o menor valor de 0,008 mg/l foi medido na estação 3 da Bacia do Arroio do Conde e o maior valor de 0,027 mg/l foi detectado no ponto 4 da mesma bacia. Verificou-se que inclusive nos locais sem influência de atividade de mineração, os valores encontrados são mais altos que os legislados, denotando um nível basal alto para toda a região estudada.

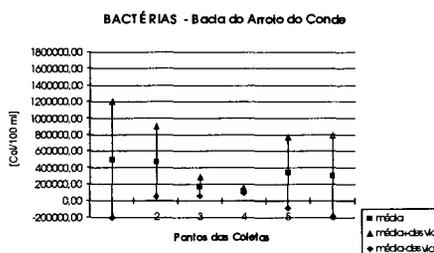
Bactérias totais

É amplamente conhecida a relação entre o decréscimo no número de bactérias de todos os tipos e a distância das fontes mantenedoras destas biocenoses. A contagem de bactérias heterotróficas fornece uma avaliação aproximada do número total de bactérias que traduzem informações sobre a qualidade das águas.

O acompanhamento a cada dois meses destas populações bacterianas está apresentado na Tabela 29 e os valores médios e variações nas Figuras 24(a) para Arroio do Conde, Figura 24(b) para Arroio dos Ratos e Figura 24(c) para Arroio da Porteira.

Tabela 29
VALORES DE BACTÉRIAS TOTAIS (colônias/100 ml x 1000)
NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE,
RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	800	20	90	200	1800	90
Ponto 2	700	130	230	510	1200	90
Ponto 3	290	20	150	330	110	130
Ponto 4	140	110	160	120	100	90
Ponto 5	1200	85	110	270	250	130
Ponto 6	1300	45	160	100	110	90
Ponto 7	230	85	190	230	100	90
Ponto 8	270	100	120	480	300	130
Ponto 9	140	65	210	260	290	180
Ponto 10	320	65	42	420	310	130



BACTÉRIAS - Baía do Arroio dos Ratos

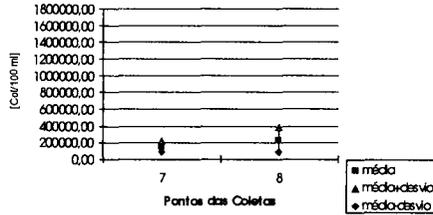


Figura 24(b)

BACTÉRIAS - Baía do Arroio da Porteira

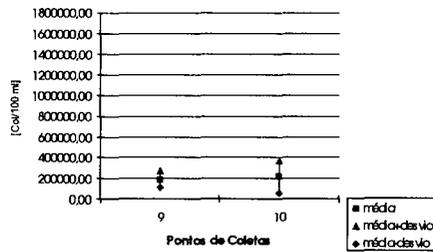


Figura 24(c)

As estações monitoradas apresentaram altos coeficientes de variação na contagem de bactérias totais, superiores a 70%, exceto para a estação 4 do Arroio do Conde que apresentou um coeficiente de variação de 22% e o menor valor médio detectado de número de colônias de bactérias totais dentre as estações estudadas. Esta estação apresentou pouca variação e diminuição do número de bactérias presentes. O maior valor médio corresponde a estação 1 do Arroio do Conde, denotando condições mais naturais com probabilidade muito grande de existência de muitas espécies de bactérias.

Cálcio

A concentração de Cálcio nas estações de coleta durante o período monitorado encontram-se na Tabela 30 e os valores médios anuais com seus desvios são mostrados na Figura 25(a) para o Arroio do Conde, Figura 25(b) para o Arroio dos Ratos e Figura 25(c) para o Arroio da Porteira.

As estações monitoradas apresentaram altos coeficientes de variação na contagem de bactérias totais, superiores a 70%, exceto para a estação 4 do Arroio do Conde que apresentou um coeficiente de variação de 22% e o menor valor médio detectado de número de colônias de bactérias totais dentre as estações estudadas. Esta estação apresentou pouca variação e diminuição do número de bactérias presentes. O maior valor médio corresponde a estação 1 do Arroio do Conde, denotando condições mais naturais com probabilidade muito grande de existência de muitas espécies de bactérias.

Cálcio

A concentração de Cálcio nas estações de coleta durante o período monitorado encontram-se na Tabela 30 e os valores médios anuais com seus desvios são mostrados na Figura 25(a) para o Arroio do Conde, Figura 25(b) para o Arroio dos Ratos e Figura 25(c) para o Arroio da Porteira.

Tabela 30
VALORES DE CÁLCIO (mg/l) NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	1,1	1,6	1,7	1,7	1,5	0,94
Ponto 2	50	43	47	44	45	48
Ponto 3	1,3	1,2	1,4	1,4	1,3	1,6
Ponto 4	36	31	33	32	31	41
Ponto 5	39	26	32	28	26	38
Ponto 6	93	84	87	78	81	101
Ponto 7	9,2	8,2	8,4	8,3	8,3	10
Ponto 8	3,0	3,1	3,1	3,0	3,1	4,2
Ponto 9	2,5	2,0	2,3	2,3	2,5	2,7
Ponto 10	2,4	2,1	2,4	2,5	2,5	2,4

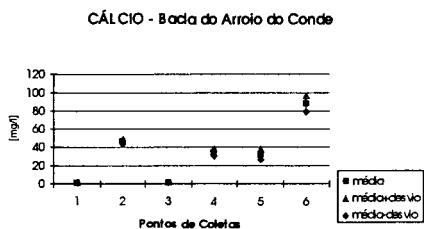


Figura 25(a)

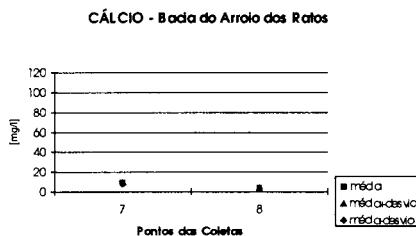


Figura 25(b)

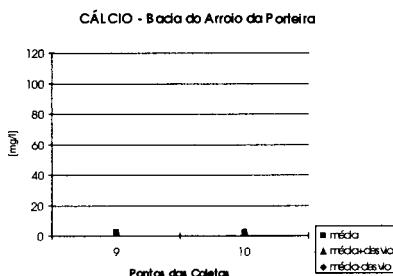


Figura 25(c)

Os valores da concentração de Cálcio obtidas diferem muito nas três bacias estudadas. A Bacia do Arroio do Conde recebe forte impacto antrópico, advindo da mineração de carvão, que faz com que os valores encontrados sejam muito altos nas estações que recebem este impacto, em relação às outras bacias.

Com referência a legislação CONAMA 20 não estabelece valores para o enquadramento das águas doce do território nacional. Valores basais são relatados por BOWEN (79) para concentrações de Cálcio de até 15 mg/l.

As estações 1 e 3 do Arroio do Conde, a 8 do Arroio dos Ratos e as duas do Arroio da Porteira apresentaram concentrações médias anuais inferiores a 3 mg/l. Já as estações que sofrem impacto da atividade mineradora apresentaram médias com concentrações de 31,9 a 87,5 mg/l no Arroio do Conde e de 8,8 mg/l na estação 7 do Arroio dos Ratos. Este comportamento referente ao aumento de Cálcio, de até 60 vezes na Bacia do Conde, é verificado também quando da avaliação da Dureza nestas águas superficiais.

Magnésio

Os valores de Magnésio obtidos nos pontos amostrados durante o monitoramento estão mostrados na Tabela 31. As concentrações médias anuais e seus desvios estão apresentados nas Figuras 26 (a), (b) e (c) para o Arroio do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 31
VALORES DE MAGNÉSIO (MG/L) NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	0,68	1,3	1,0	1,0	1,3	0,75
Ponto 2	2,8	3,3	2,9	3,0	3,1	2,9
Ponto 3	0,40	0,62	0,54	0,60	0,61	0,61
Ponto 4	2,9	2,1	2,4	2,1	2,4	3,2
Ponto 5	2,9	2,4	2,6	2,4	2,6	3,2
Ponto 6	3,1	3,0	3,0	3,1	3,1	2,9
Ponto 7	3,6	3,1	3,0	3,0	3,1	3,8
Ponto 8	1,0	2,3	2,0	2,3	2,2	1,3
Ponto 9	0,62	1,0	0,76	0,81	0,87	0,95
Ponto 10	0,84	1,2	0,86	1,0	1,1	0,86

MAGNÉSIO - Bacia do Arroio do Conde

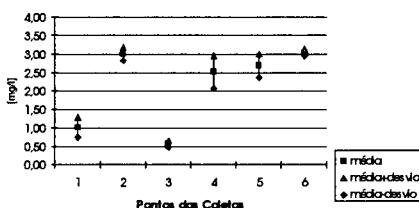


Figura 26(a)

MAGNÉSIO - Bacia Arroio dos Ratos

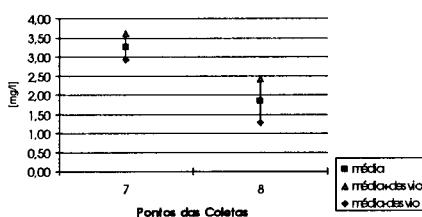


Figura 26(b)

MAGNÉSIO - Bacia do Arroio da Porteira

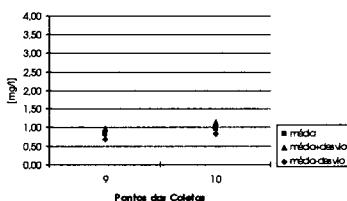


Figura 26(c)

As concentrações de Magnésio obtidas durante o período amostral inserem-se dentro do intervalo basal de águas naturais dado por BOWEN (79) que é de concentração até 4 mg/l. O coeficiente de variação é baixo para todos os pontos, as médias anuais mais baixas foram detectadas no Arroio da Porteira e foram inferiores a 1,0 mg/l de Magnésio. Para o Arroio do Conde e Ratos, os valores médios anuais situam-se na faixa entre 1,0 e 3,0 mg/l.

SÓDIO

As concentrações de Sódio obtidas nos pontos de coleta estão mostradas na Tabela 32 e as concentrações médias anuais encontram-se nas Figuras 27(a) para o Arroio do Conde, Figura 27(b) para o Arroio dos Ratos e Figura 27(c) para o Arroio da Porteira.

Tabela 32
VALORES DE SÓDIO (MG/L) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	3,2	2,1	3,0	2,6	2,8	3,5
Ponto 2	11,7	9,0	9,3	10,1	9,8	13,6
Ponto 3	4,2	3,4	3,8	3,7	3,8	4,2
Ponto 4	25,0	19,40	12,5	13,4	14,4	26,1
Ponto 5	23,2	21,2	7,6	20,3	21,4	24,5
Ponto 6	34,5	29,6	22,2	25,3	26,40	37,2
Ponto 7	6,3	6,3	10,4	8,3	6,5	6,2
Ponto 8	4,9	4,6	5,4	5,2	5,4	5,9
Ponto 9	3,5	2,9	2,5	3,1	3,0	3,9
Ponto 10	4,1	4,1	5,6	4,4	5,0	4,2

SÓDIO - Bacia do Arroio do Conde

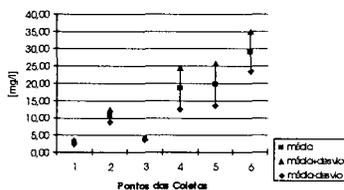


Figura 27(a)

SÓDIO - Bacia do Arroio dos Ratos

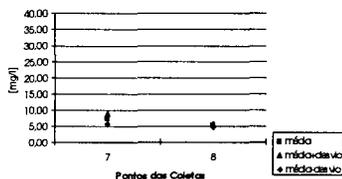


Figura 27(b)

SÓDIO - Bacia do Arroio da Porteira

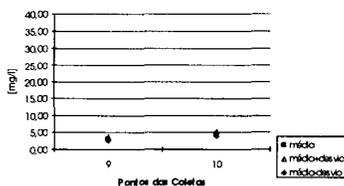


Figura 27(c)

Os valores encontrados de Sódio estão compatíveis com os valores basais dados por BOWEN(79) de até 6 mg/l nas estações 1 e 3 do Arroio do Conde, 7 e 8 do Arroio dos Ratos e nas duas estações do Arroio da Porteira. As estações 2,4,5 e 6 do Arroio do Conde apresentaram uma concentração aumentada em relação a seus brancos, atingindo valores médios de 29,2 mg/l de Sódio na estação 6 e de 18,5 mg/l na estação 4, denotando impacto antrópico, o que faz com que a concentração média aumente em torno de 10 vezes.

POTÁSSIO

As concentrações de Potássio nas estações de coleta monitoradas encontram-se na Tabela 33 para o período de estudo. Os valores médios anuais e seus desvios são mostrados nas Figuras 28 (a), (b), (c) para o Arroio do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 33
VALORES DE POTÁSSIO (mg/l) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	1,6	1,0	1,3	1,2	1,3	1,7
Ponto 2	2,5	2,1	2,5	2,2	2,2	2,5
Ponto 3	1,8	1,1	1,3	1,3	1,4	2,0
Ponto 4	3,0	2,3	2,8	2,8	2,4	3,2
Ponto 5	3,3	2,8	2,7	2,7	2,8	3,4
Ponto 6	4,1	3,9	4,1	3,9	4,0	4,1
Ponto 7	1,7	1,1	1,6	1,1	1,1	1,9
Ponto 8	2,1	1,3	2,1	1,5	1,5	2,0
Ponto 9	1,2	1,0	1,1	1,1	1,1	1,4
Ponto 10	1,6	1,4	1,5	1,5	1,5	1,7

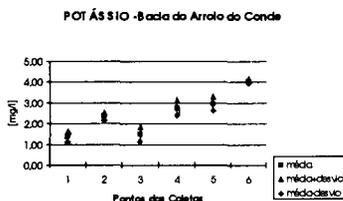


Figura 28(a)

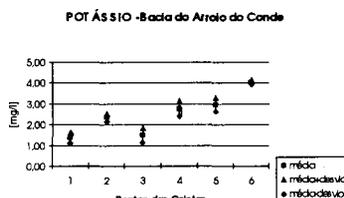


Figura 28(b)

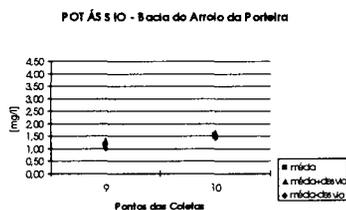


Figura 28(c)

Os valores encontrados das concentrações médias de Potássio estão em concordância com os valores habituais para águas naturais dado por ALLEN (89) de 5 mg/l para todas as estações de coleta monitoradas. A maior concentração média obtida foi a do ponto 6 do Arroio do Conde, de 4,0 mg/l.

FERRO

As concentrações de Ferro foram monitoradas durante o período do estudo e seus resultados encontram-se na Tabela 34, os valores médios anuais e seus desvios são mostrados nas Figuras 29 (a,b,c) para o Arroios do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 34
VALORES DE FERRO (mg/l) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	2,9	2,3	3,1	3,1	2,6	2,7
Ponto 2	2,7	2	1,6	1,8	2	2,6
Ponto 3	0,44	0,75	0,53	0,73	0,68	0,6
Ponto 4	13,4	19,2	15,4	16,3	18,4	12,1
Ponto 5	0,74	0,53	0,48	0,49	0,53	0,93
Ponto 6	0,17	0,34	0,26	0,32	0,28	0,24
Ponto 7	0,67	1,3	2,1	2,1	2,2	0,7
Ponto 8	1,4	1,9	1,2	1,3	1,7	1,4
Ponto 9	0,01	0,01	0,04	0,03	0,03	0,02
Ponto 10	1,4	1,1	0,75	0,88	0,93	1,2

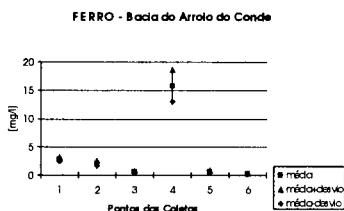


Figura 29(a)

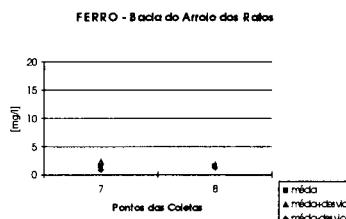


Figura 29(b)

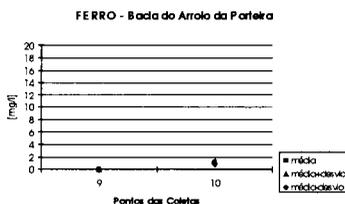


Figura 29(c)

A concentração estabelecida pela legislação ambiental CONAMA 20 para águas Classe I de 0,3 mg/l de Ferro foi apenas verificada na estação 9 do Arroio da Porteira e na estação 6 do Arroio do Conde. As demais estações inserem-se no limite estabelecido para a Classe III, que é de 5,0 mg/l, exceto para a estação 4 do Arroio do Conde. Esta, apresenta um valor médio anual de 15,8 mg/l de Ferro o que corresponde a um incremento de 7 vezes em relação aos pontos não impactados da bacia.

ALUMÍNIO

As concentrações de Alumínio obtidas no período amostrado encontram-se na Tabela 35 e os valores médios anuais e sua variabilidade estão apresentados na Figura 30(a) para o Arroio do Conde, Figura 30(b) para o Arroio dos Ratos e Figura 30(c) para o Arroio da Porteira.

Tabela 35
VALORES DE ALUMÍNIO (MG/L) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	1,9	1,2	1,6	1,4	1,2	1,8
Ponto 2	1,1	1,6	1,2	1,5	1,6	1,2
Ponto 3	1,9	1,6	1,9	2,1	2,0	1,9
Ponto 4	2,0	2,4	2,0	2,0	2,4	2,0
Ponto 5	0,93	0,73	0,84	0,86	0,79	0,86
Ponto 6	0,78	0,62	0,73	0,74	0,76	0,91
Ponto 7	1,5	1,0	1,3	1,3	1,2	1,6
Ponto 8	1,4	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4
Ponto 9	0,55	0,42	0,60	0,58	0,60	0,63
Ponto 10	1,2	1,3	1,4	1,3	1,3	0,98

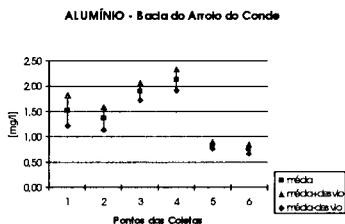


Figura 30(a)

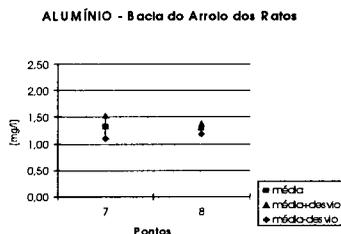


Figura 30(b)

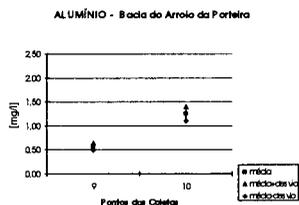


Figura 30(c)

As concentrações médias de Alumínio encontradas nas estações de coleta em todos os pontos, ultrapassa os limites da legislação ambiental estabelecidos para águas Classe III, que é de 0,1 mg/l e também para os valores basais propostos por BOWEN (79) de 0,3 mg/l. O menor valor médio foi monitorado na estação 9 do Arroio da Porteira de 0,56 mg/l e a maior média na estação 4 do Arroio do Conde de 2,1 mg/l de Alumínio. As

duas estações do Arroio dos Ratos apresentaram média de 1,3 mg/l. ALLEN (89) indica valores habituais de Alumínio em águas naturais, concentrações de até 2,0 mg/l.

Verifica-se que o branco da região é alto se o compararmos com a legislação ambiental, porém insere-se dentro dos valores habitualmente aceitos para águas naturais.

MANGANÊS

Os valores de Manganês obtidos nas estações de coleta estão apresentados na Tabela 36 e as concentrações médias anuais e seus desvios encontram-se na Figura 31(a) para o Arroio do Conde, Figura 31(b) para o Arroio dos Ratos e Figura 31(c) para o Arroio da Porteira.

Tabela 36
VALORES DE MANGANÊS (MG/L) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	0,03	0,09	0,08	0,09	0,07	0,02
Ponto 2	0,24	0,34	0,40	0,36	0,38	0,21
Ponto 3	0,01	0,02	0,06	0,08	0,07	0,01
Ponto 4	0,59	0,52	0,51	0,53	0,50	0,63
Ponto 5	0,58	0,61	0,54	0,60	0,57	0,57
Ponto 6	0,76	0,52	0,80	0,63	0,72	0,80
Ponto 7	0,12	0,18	0,16	0,16	0,19	0,13
Ponto 8	0,03	0,09	0,10	0,11	0,10	0,02
Ponto 9	0,02	0,06	0,09	0,09	0,10	0,01
Ponto 10	0,05	0,08	0,08	0,08	0,09	0,04

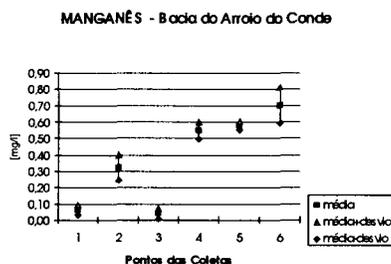


Figura 31 (a)

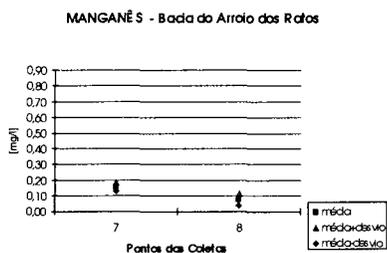


Figura 31 (b)

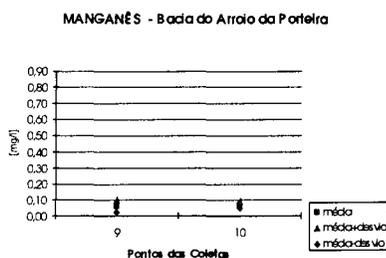


Figura 31 (c)

Os valores encontrados estão dentro dos limites da legislação CONAMA 20 para águas Classe I de 0,1 mg/l para as estações 1 e 3 do Arroio do Conde, 8 do Arroio dos Ratos e para as duas do Arroio da Porteira. O limite estabelecido para águas Classe III de 0,5 mg/l é atingido pelo ponto 2 do Arroio do Conde e 7 do Arroio dos Ratos. As estações 4,5 e 6 do Arroio do Conde apresentaram concentrações médias de 0,55 a 0,71 mg/l de Manganês, com coeficientes de variação inferiores a 15%.

ZINCO

As concentrações de Zinco encontradas ao longo do período amostral nas estações de coleta encontram-se na Tabela 37 e os valores médios anuais com seus desvios são mostrados nas Figuras 32(a) para a Bacia do Arroio do Conde, Figura 32(b) para a Bacia do Arroio dos Ratos e Figura 32(c) para a Bacia do Arroio da Porteira.

Tabela 37
VALORES DE ZINCO (MG/L) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	0,02	0,04	0,06	0,04	0,05	0,03
Ponto 2	0,03	0,06	0,04	0,04	0,06	0,03
Ponto 3	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
Ponto 4	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
Ponto 5	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06
Ponto 6	0,04	0,07	0,08	0,07	0,08	0,04
Ponto 7	0,12	0,10	0,13	0,11	0,12	0,11
Ponto 8	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03
Ponto 9	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01
Ponto 10	0,16	0,12	0,14	0,11	0,12	0,18

ZINCO - Baía do Arroio do Conde

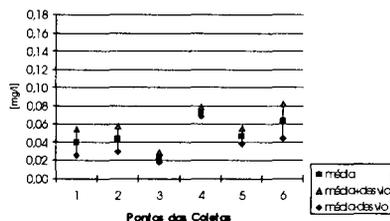


Figura 32 (a)

ZINCO - Baía do Arroio dos Ratos

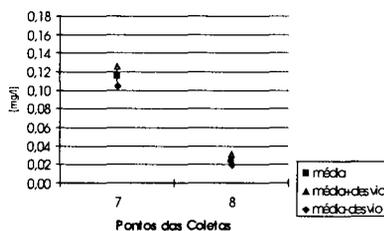


Figura 32 (b)

ZINCO - Baía do Arroio da Porteira

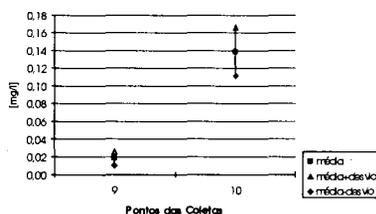


Figura 32 (c)

Todos os valores detectados de Zinco na área de estudo encontraram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação ambiental CONAMA 20 para águas Classe I, que é de 0,18 mg/l. As maiores concentrações médias ~foram encontradas no ponto 7 do Arroio dos Ratos de 0,12 mg/l e no ponto 10 do Arroio da Porteira de 0,14 mg/l.

COBRE

As concentrações de Cobre foram monitoradas nas estações de coleta durante o período amostral, seus resultados encontram-se na Tabela 38 e os valores médios e desvios são mostrados na Figura 33(a) para os pontos no Arroio do Conde, Figura 33(b) para os Pontos do Arroio dos Ratos e Figura 33(c) para os pontos no Arroio da Porteira.

Tabela 38
VALORES DE COBRE (mg/l) NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	0,37	0,24	0,33	0,28	0,30	0,41
Ponto 2	0,28	0,21	0,26	0,24	0,22	0,36
Ponto 3	0,23	0,30	0,25	0,25	0,28	0,25
Ponto 4	0,21	0,15	0,17	0,16	0,18	0,20
Ponto 5	0,25	0,23	0,28	0,25	0,27	0,24
Ponto 6	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03
Ponto 7	0,24	0,19	0,23	0,20	0,21	0,26
Ponto 8	0,17	0,20	0,19	0,20	0,19	0,21
Ponto 9	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
Ponto 10	0,20	0,24	0,22	0,24	0,20	0,19

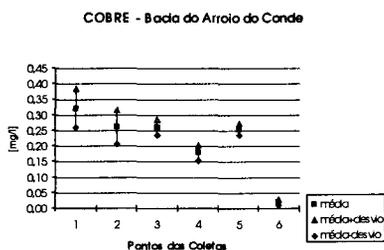


Figura 33(a)

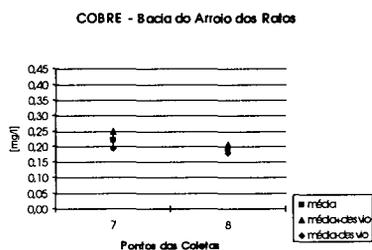


Figura 33(b)

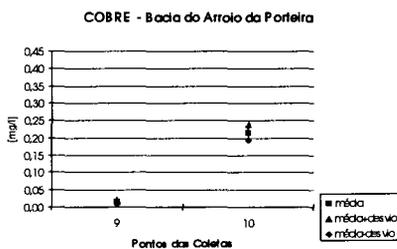


Figura 33(c)

As concentrações de Cobre encontradas na região estão dentro dos valores estabelecidos pela legislação ambiental CONAMA 20 para águas Classe I, de 0,02 mg/l, apenas nas estações 6 do Arroio do Conde e na 9 do Arroio da Porteira. As demais estações de coleta inserem-se no limite estabelecido para águas Classe III de 0,5 mg/l. Verifica-se que nas estações caracterizadas como não receptoras de impacto da mineração nas Bacias Conde e Ratos, a concentração média de Cobre é superior a 0,2 mg/l.

CROMO

As concentrações de Cromo encontradas no período de monitoramento estão apresentadas na Tabela 39 e os valores médios anuais e seus desvios encontram-se nas Figuras 34 (a,b,c) para as Bacias do Arroio do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 39
VALORES DE CROMO ($\mu\text{g/l}$) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	6,2	5,6	6,1	5,7	6,2	7,1
Ponto 2	5,5	4,8	5,2	5,2	5,1	5,7
Ponto 3	6,6	5,8	6,7	6,5	6,7	6,4
Ponto 4	6,2	7,0	7,1	7,1	7,0	6,2
Ponto 5	8,6	7,1	8,2	7,6	7,8	7,9
Ponto 6	5,0	4,2	5,1	5,2	5,2	5,1
Ponto 7	2,7	2,8	2,4	3,1	3,0	3,0
Ponto 8	4,7	4,2	4,7	4,3	4,7	4,6
Ponto 9	2,3	2,8	2,5	3,0	2,9	2,4
Ponto 10	3,9	4,2	4,0	4,2	4,4	4,1

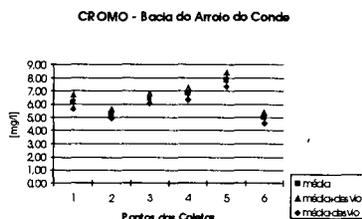


Figura 34(a)

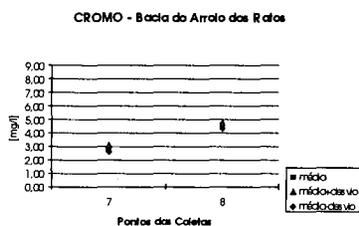


Figura 34(b)

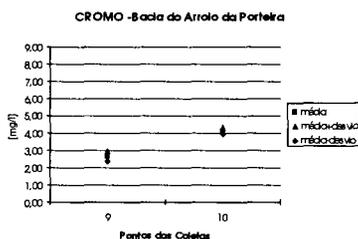


Figura 34(c)

As concentrações de Cromo monitoradas referem-se ao valor de Cromo Total presente, ou seja, o somatório das concentrações de CrIII e CrVI. A legislação CONA-

MA 20 estabelece para águas Classe I um valor de 500 µg/l para CrIII e de 50 µg/l para CrVI. Comparando-se com as concentrações obtidas no período estudado, verifica-se para todas as estações valores médios de Cromo muito abaixo dos estabelecidos pela legislação, inclusive se considerarmos que todo o Cromo está na forma de CrVI.

O menor valor médio foi detectado na estação 9 do Arroio da Porteira de 2,6 µg/l e a maior concentração média no ponto 5 do Arroio do Conde de 7,8 µg/l. Os coeficientes de variação para todas as estações monitoradas foram inferiores a 10%.

CHUMBO

As concentrações de Chumbo nas estações de coleta estão apresentadas na Tabela 40 e os valores médios anuais para os pontos do Arroio do Conde encontram-se na Figura 35(a), para o Arroio dos Ratos na Figura 35(b) e para o Arroio da Porteira na Figura 35(c).

Tabela 40
VALORES DE CHUMBO (µg/l) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	6,0	6,7	6,0	6,1	6,4	5,6
Ponto 2	4,0	3,4	4,0	3,9	4,1	4,0
Ponto 3	6,0	5,3	6,1	6,0	6,5	6,1
Ponto 4	4,0	3,8	4,2	4,2	4,1	3,9
Ponto 5	4,0	3,9	3,9	4,1	4,0	4,2
Ponto 6	6,0	5,0	5,5	6,2	5,7	6,1
Ponto 7	6,0	6,0	6,7	6,2	6,7	6,0
Ponto 8	6,0	5,6	6,0	6,0	6,3	7,1
Ponto 9	6,0	6,0	5,3	6,0	5,5	6,2
Ponto 10	14,1	12,3	10,1	11,5	12,4	12,3

CHUMBO - Bacia do Arroio do Conde

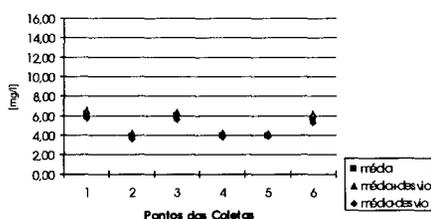


Figura 35(a)

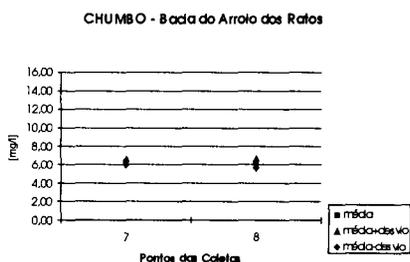


Figura 35(b)

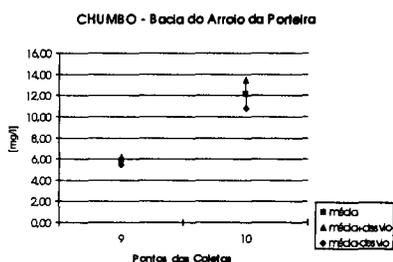


Figura 35(c)

Os valores de Chumbo para todos os pontos estudados encontram-se dentro do limite estabelecido pela legislação ambiental CONAMA 20 que aponta para águas Classe I, um valor de 30 $\mu\text{g/l}$. A concentração média anual mais baixa foi verificada no ponto 9 do Arroio da Porteira de 5,8 $\mu\text{g/l}$ e o maior valor médio foi detectado no ponto 10 da mesma bacia, de 12,1 $\mu\text{g/l}$. Não se verifica para as bacias do Conde e Ratos incremento em relação à atividades antrópicas.

CÁDMIO

As concentrações de Cádmio foram monitoradas nos pontos estudados e os valores são apresentados na Tabela 41. As concentrações anuais médias e seus desvios são visualizados nas Figuras 36 (a,b,c) para as Bacias do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 41
VALORES DE CÁDMIO ($\mu\text{g/l}$) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	0,06	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08
Ponto 2	0,05	0,07	0,06	0,07	0,06	0,04
Ponto 3	0,08	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Ponto 4	0,08	0,11	0,13	0,14	0,12	0,07
Ponto 5	0,07	0,09	0,10	0,10	0,10	0,08
Ponto 6	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09
Ponto 7	0,07	0,07	0,09	0,08	0,08	0,07
Ponto 8	0,15	0,13	0,13	0,13	0,12	0,16
Ponto 9	0,08	0,07	0,06	0,07	0,07	0,09
Ponto 10	0,11	0,09	0,10	0,09	0,09	0,12

CÁDMIO - Bacia do Arroio do Conde

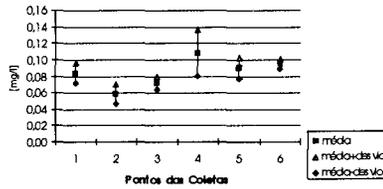


Figura 36(a)

CÁDMIO - Bacia do Arroio dos Ratos

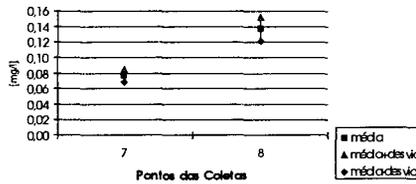


Figura 36(b)

CÁDMIO - Bacia do Arroio da Porteira

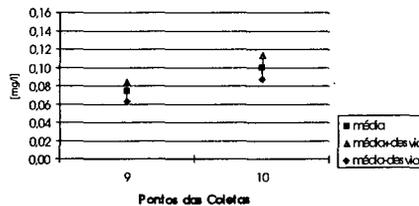


Figura 36(c)

As concentrações de Cádmio encontradas nas estações de coleta estão muito abaixo do limite permitido pela CONAMA 20 para águas Classe I, que é de 1,0 $\mu\text{g/l}$. Os valores médios monitorados encontram-se na faixa de 0,07 a 0,14 $\mu\text{g/l}$. Não se verifica impacto antrópico referente aos pontos impactados e não impactados das três bacias estudadas.

NÍQUEL

Os valores de Níquel obtidos no período de monitoramento encontram-se na Tabela 42 e as concentrações médias anuais são mostradas na Figura 37(a) para os pontos da Bacia do Arroio do Conde, na Figura 37(b) para os pontos da Bacia do Arroio dos Ratos e na Figura 37(c) para os pontos da Bacia do Arroio da Porteira.

Tabela 42
VALORES DE NÍQUEL ($\mu\text{g/l}$) NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	19,5	15,0	17,2	15,3	16,4	21,3
Ponto 2	17,5	17,5	18,0	18,4	18,2	18,4
Ponto 3	13,6	17,5	17,5	16,8	17,3	12,7
Ponto 4	27,3	35,0	31,0	33,2	34,6	26,4
Ponto 5	17,5	26,1	22,0	23,4	26,0	19,3
Ponto 6	35,1	25,0	30,1	25,1	27,2	33,1
Ponto 7	19,5	16,5	19,5	17,2	16,3	20,2
Ponto 8	13,6	15,5	14,2	14,4	13,8	14,0
Ponto 9	11,7	15,3	13,6	13,8	13,6	12,6
Ponto 10	9,7	11,3	12,0	12,5	11,8	10,0

NÍQUEL - Bacia do Arroio do Conde

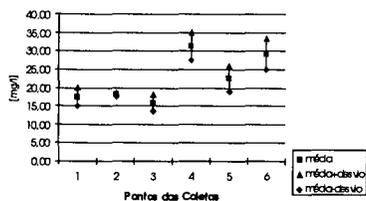


Figura 37(a)

NÍQUEL - Bacia do Arroio dos Ratos

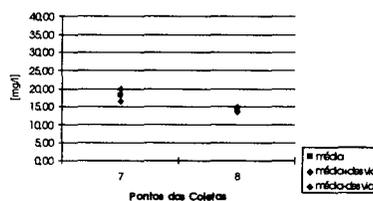


Figura 37(b)

NÍQUEL - Bacia do Arroio da Porteira

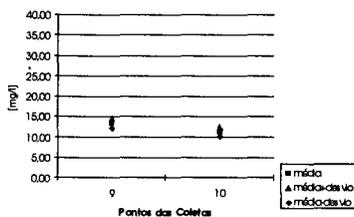


Figura 37(c)

As concentrações médias de Níquel encontram-se dentro do intervalo estabelecido pela legislação ambiental para águas Classe I, que é de $25 \mu\text{g/l}$ para as estações 1,2,3 e 5 da Bacia do Conde e as duas estações do Arroio dos Ratos e do Arroio da Porteira. As estações 4 e 6 do Arroio do Conde, com concentrações médias de $31,2 \mu\text{g/l}$ e $29,3 \mu\text{g/l}$, respectivamente, não se enquadram nesta classificação.

Verifica-se que o limite estabelecido para águas Classe III também é de $25 \mu\text{g/l}$, portanto estas estações também não poderiam ser enquadradas nesta classe.

ALLEN (89) estabelece a concentração de até $100 \mu\text{g/l}$ de Níquel como valor habitual em águas naturais. As estações 4 e 6 do Arroio do Conde apresentaram teor de Níquel aumentado de 2 vezes em relação aos seus pontos não impactados.

MERCÚRIO

Os valores de Mercúrio foram estudados durante o período de monitoramento nas estações de coleta e as concentrações estão apresentadas na Tabela 43. Os valores médios anuais e seus desvios encontram-se nas Figuras 38(a,b,c) para o Arroio do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 43
VALORES DE MERCÚRIO ($\mu\text{g/l}$) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	3,0	2,5	3,0	2,6	3,1	3,0
Ponto 2	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	4,0
Ponto 3	4,0	3,8	4,0	3,8	3,9	4,1
Ponto 4	4,0	4,0	4,2	4,2	4,1	4,0
Ponto 5	10,0	9,6	8,7	8,6	8,7	9,0
Ponto 6	3,0	3,0	3,0	3,2	3,2	3,6
Ponto 7	6,0	5,4	6,0	5,7	5,6	7,0
Ponto 8	8,0	7,4	8,0	7,3	8,1	8,2
Ponto 9	5,0	5,0	5,3	5,2	5,3	6,0
Ponto 10	10,0	9,6	10,1	9,7	9,7	10,5

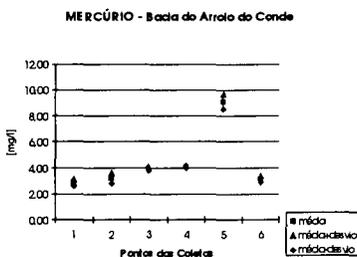


Figura 38(a)

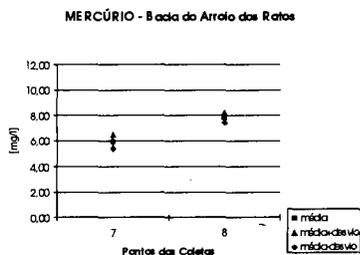


Figura 38(b)

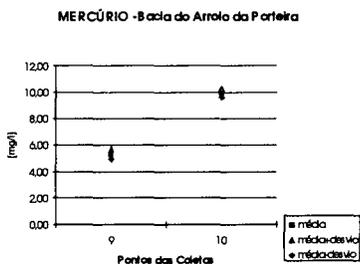


Figura 38(c)

A concentração de Mercúrio na região encontra-se aumentada em relação aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental que são de até 0,2 $\mu\text{g}/\text{l}$ para Classe I e de até 2,0 $\mu\text{g}/\text{l}$ para Classe III. ALLEN (89) estabelece a concentração de 3,0 $\mu\text{g}/\text{l}$ de Hg como valor habitual em águas naturais. As estações monitoradas, representantes de locais não impactados por atividades antrópicas, apresentaram valores médios de Mercúrio de 2,9 $\mu\text{g}/\text{l}$ a 5,9 $\mu\text{g}/\text{l}$. Nas estações impactadas foram encontradas concentrações de até 9,9 $\mu\text{g}/\text{l}$ de Hg.

Este comportamento sugere que o valor habitual de Mercúrio nas estações de coleta estudadas seja mais alto, devido às condições naturais da bacia de drenagem ou que a região esteja impactada por este elemento-traço em toda a sua extensão.

ARSÊNIO

As concentrações de Arsênio foram monitoradas nos pontos de coleta durante o período de estudo e seus valores encontram-se na Tabela 44. A concentração média anual e sua variação estão apresentada na Figura 39(a) para os pontos do Arroio do Conde, Figura 39(b) para os pontos do Arroio dos Ratos e Figura 39(c) para os pontos do Arroio da Porteira.

Tabela 44
VALORES DE ARSÊNIO ($\mu\text{g}/\text{l}$) NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	0,26	0,22	0,24	0,23	0,22	0,30
Ponto 2	0,20	0,31	0,26	0,30	0,28	0,24
Ponto 3	0,15	0,20	0,22	0,21	0,23	0,18
Ponto 4	0,15	0,15	0,17	0,18	0,17	0,16
Ponto 5	0,13	0,18	0,20	0,21	0,19	0,13
Ponto 6	0,10	0,12	0,15	0,14	0,13	0,11
Ponto 7	0,15	0,16	0,18	0,17	0,17	0,15
Ponto 8	0,16	0,20	0,20	0,20	0,19	0,17
Ponto 9	0,15	0,17	0,18	0,18	0,18	0,16
Ponto 10	0,18	0,21	0,21	0,20	0,21	0,17

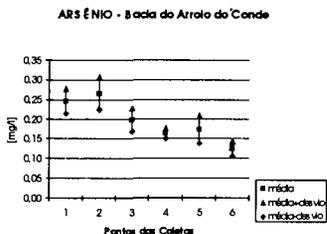


Figura 39(a)



Figura 39(b)

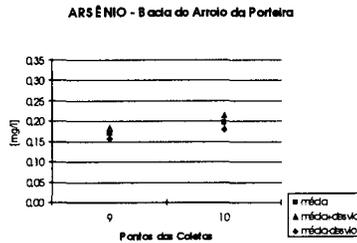


Figura 39(c)

As concentrações de Arsênio estão muito abaixo dos valores estabelecidos pela legislação ambiental CONAMA 20 para águas Classe I, que é de 50 $\mu\text{g/l}$ para todas as estações de coleta estudadas. BOWEN (79) relata como níveis basais de Arsênio, concentrações de até 0,5 $\mu\text{g/l}$. Os valores médios monitorados apresentaram-se na faixa de concentração de 0,13 $\mu\text{g/l}$ a 0,27 $\mu\text{g/l}$. Não se verifica aumento da concentração de Arsênio nas estações impactadas por atividades antrópicas.

SELÊNIO

Os valores de Selênio foram monitorados durante o período de estudo e os valores são apresentados na Tabela 45. As concentrações médias anuais e seus desvios estão apresentados nas Figuras 40(a,b,c) para os pontos das Bacias do Arroio do Conde, Ratos e Porteira, respectivamente.

Tabela 45
VALORES DE SELÊNIO ($\mu\text{G/L}$) NAS ESTAÇÕES DE COLETA
DOS ARROIOS CONDE, RATOS E PORTEIRA (RS)

	set/93	nov/93	jan/94	abr/94	jun/94	set/94
Ponto 1	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Ponto 2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11
Ponto 3	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10
Ponto 4	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10
Ponto 5	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12
Ponto 6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10
Ponto 7	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Ponto 8	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10
Ponto 9	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Ponto 10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

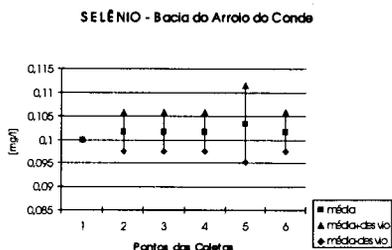


Figura 40(a)



Figura 40(b)

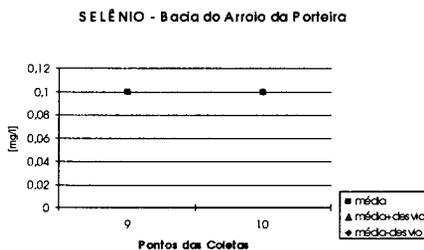


Figura 40(c)

As concentrações de Selênio em todas as estações de coleta apresentaram valores muito abaixo dos estabelecidos pela legislação ambiental CONAMA 20, que estabelece uma concentração de $10\mu\text{g/l}$ para águas Classe I. A concentração média anual obtida foi de $0,1\mu\text{g/l}$.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos através do monitoramento das estações de coleta localizadas nas Bacias do Conde, Ratos e Porteira, permitem indicar :

1) Parâmetros compatíveis com os níveis habituais e/ou padrão Classe I (CONAMA 20) em todas as estações monitoradas:

– Bacia do Arroio do Conde

Cloretos, DQO, DBO_5 , OD, Nitrogênio Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos, Sólidos Sedimentáveis, Chumbo, Cádmio, Arsênio, Selênio, Cromo, Zinco;

– Bacia do Arroio dos Ratos

Cloretos, DQO, DBO_5 , OD, Nitrogênio Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos, Sólidos Sedimentáveis, Chumbo, Cádmio, Arsênio, Selênio, Cromo, Potássio, Níquel, Turbidez, Sólidos Suspensos, Sódio;

– **Bacia do Arroio da Porteira**

Cloretos, DQO, DBO₅, OD, Nitrogênio Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos, Sólidos Sedimentáveis, Chumbo, Cádmio, Arsênio, Selênio, Cromo, Sulfato, Condutividade, Alcalinidade, Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, Níquel, Turbidez, pH, Manganês, Sólidos Suspensos, Dureza, Fosfato.

2) Parâmetros compatíveis com os níveis habituais e/ou padrão Classe I (CONAMA 20) em todas as estações monitoradas, mas que apresentam modificações nas estações com impacto antrópico:

– **Bacia do Arroio do Conde**

Condutividade, Sulfato, Dureza, Alcalinidade, Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, Níquel, Turbidez, Sólidos Suspensos, Fosfato;

– **Bacia do Arroio dos Ratos**

Condutividade, Sulfato, Dureza, Alcalinidade, Cálcio, Magnésio, Fosfato, Zinco;

– **Bacia do Arroio da Porteira**

Zinco.

3) Parâmetros **não** compatíveis com os níveis habituais e/ou padrão Classe I (CONAMA 20) nos locais impactados:

– **Bacia do Arroio do Conde**

pH, Ferro, Manganês;

– **Bacia do Arroio dos Ratos**

pH, Manganês, Ferro;

– **Bacia do Arroio da Porteira**

Ferro, Cobre.

4) Parâmetros **não** compatíveis com os níveis habituais e/ou padrão Classe I (CONAMA 20) em **todas** as estações monitoradas:

– **Bacia do Arroio do Conde**

Mercúrio, Fenóis, Cobre, Nitrogênio Amoniacal, Alumínio;

– **Bacia do Arroio dos Ratos:**

Mercúrio, Fenóis, Cobre, Nitrogênio Amoniacal, Alumínio;

– **Bacia do Arroio da Porteira**

Mercúrio, Fenóis, Nitrogênio Amoniacal, Alumínio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, S.E. *Chemical analysis of ecological materials*. London: Blackwell Sci. Publi., 1989. 368p.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington, 1985. 1268p.
- BRASIL. Secretaria Especial do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 20. *Diário Oficial da União*, Brasília, 30 jun. 1986.
- BOWEN, H.J.M. *Environmental chemistry of the elements*. London: Academic Press, 1979. 333p.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYNO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. *Methods for physical and chemical analyses of freshwater*. IBP Handbook n.8. Oxford Blackwell Sci. Publ, 1969.
- ZAHRADNIK, P. *Methods for chemical analysis of inland water*. Limnologisches Institut. Osterreichische Akademie der Wissenschaften, 1981.