

COMPORTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS: O CASO DO CANAL SÃO GONÇALO/RS

Gilnei Machado¹

Resumo

Este trabalho apresenta o comportamento das características químicas e bioquímicas das águas do Canal São Gonçalo que se localiza no estado do Rio Grande do Sul. Esta análise foi realizada durante os meses de janeiro e julho de 2001, mais precisamente nos dias 31 de cada um destes meses. Nestes dias foram realizadas coletas de seis amostras de água em seis diferentes pontos ao longo do referido canal, os quais se localizavam preferencialmente na foz dos principais afluentes. Os parâmetros analisados foram: OD, DBO, DQO, nitratos, fosfatos, cloretos, mercúrio, cádmio, chumbo, cromo, ferro e manganês. Os objetivos eram detectar se estas águas estão ou não sendo poluídas/contaminadas pelas atividades agrícolas, industriais e urbanas existentes na região e quais os melhores meios para se evitar um processo maior de degradação.

Palavras-Chave: Química da Água, Bioquímica da Água, Canal São Gonçalo, Recursos Hídricos.

1 - Introdução

Dentre os parâmetros a serem levados em consideração na análise da qualidade das águas superficiais, os químicos e bioquímicos são os mais importantes, uma vez que por meio deles pode-se determinar o uso econômico que se pode fazer das águas, além do tratamento que a mesma necessitará caso venha a ser utilizada para o abastecimento público.

Por meio dos parâmetros químicos e bioquímicos pode-se determinar com certo grau de precisão a localização de fontes de poluição, pois eles mostram a “história da água”, isto é, o caminho que ela percorreu antes de chegar ao ponto onde foi coletada. Sendo assim, estes parâmetros constituem-se nos principais índices na caracterização da qualidade das águas superficiais.

Como a água é considerada um solvente por natureza, as características que ela apresenta podem ser tanto de origem natural quanto de origem antrópica. Os mananciais, entretanto, têm sofrido um bombardeio de poluentes industriais e, por isso, quando se fala dos aspectos químicos da água, a relação com este tipo de atividade é imediata.

Como é do conhecimento geral, esta liberação descontrolada de poluentes/contaminantes pelas atividades agrícolas, industriais e urbanas (domésticas) tem prejudicado a disponibilidade quali-quantitativa de

água, tornando imprescindível a realização de pesquisas que caracterizem a qualidade da mesma.

Tendo isso por base, propôs-se um estudo da caracterização da qualidade das águas do Canal São Gonçalo, localizado no estado do Rio Grande do Sul, mais particularmente no trecho sul da planície costeira daquele estado, em uma planície aluvial originada sobre um antigo fundo lagunar, com área de influência compreendida entre as coordenadas $31^{\circ}45'00''$ e $32^{\circ}15'00''$ S e entre $52^{\circ}10'00''$ e $52^{\circ}45'00''$ W, estando inserido (a) nos municípios de Arroio Grande, Capão do Leão, Pelotas e Rio Grande e fazendo a conexão entre os dois maiores corpos hídricos do estado, a lagoa Mirim e a laguna dos Patos.

2 - Objetivos

O objetivo desta pesquisa era identificar o comportamento químico e bioquímico (OD, DBO, DQO, nitratos, fosfatos, cloretos, mercúrio, cádmio, chumbo, cromo, ferro e manganês) das águas do Canal São Gonçalo a fim de averiguar se o mesmo está, ou não, sendo poluído/contaminado pelas atividades agrícolas, industriais e urbanas, e quais os melhores meios para se evitar um processo maior de degradação.

3 - Procedimentos Metodológicos

Durante a pesquisa, que ora se apresenta, foram realizadas duas etapas de coleta e análise de água em seis diferentes pontos ao longo do Canal São Gonçalo, uma delas ocorreu no dia 31 do mês de janeiro de 2001 e a outra no dia 31, do mês de julho de 2001. Para a realização desta atividade utilizou-se uma pequena embarcação movida a motor, a qual demorou por volta de doze (12) horas para fazer o percurso de ida, até a zona de início do canal, e volta até as proximidades da foz do mesmo.

Os pontos escolhidos para recolhimento das amostras foram (Figura 01): Po1- Vila Santa Izabel, Po2 - Arroio Belendengue, Po3 - Rio Piratini, Po4 - Sanga do Contrabandista, Po5 - Arroio Padre Doutor e Po6 - Arroio Pelotas. A escolha destes pontos se deu em função de eles serem representativos da área próxima ao canal e das atividades econômicas nela realizadas (Po1 – atividade urbana; Po2/Po3/Po4 e Po5 – atividade agrícola; Po6 – atividades urbanas e agrícolas e área estuarina).

Em cada um dos pontos de amostragem foram coletados 10 litros de água, perfazendo um total de 60 litros em cada etapa de coleta que foram divididos em: um frasco de 5 litros, um frasco de 2 litros, dois frascos de 1 litro, um frasco de 0,5 litro e dois frascos de 250 mililitros os quais, foram devidamente conservados em gelo, à temperaturas de até 4°C . Além da

conservação com gelo (para a agregação dos materiais suspensos na água), fez-se uma prévia esterilização dos frascos e o acréscimo de uma quantidade igual a 20ml de Dicromato de Potássio no frasco de 250 ml destinado à análise da presença de mercúrio.

Nas amostras coletadas com frascos plásticos de 1 e 2 litros, foram acrescentadas soluções ácidas com a finalidade de preservá-las, visto estas se destinarem à medição da DBO, DQO, cádmio, chumbo e cromo. Acrescentou-se, portanto, com o uso de seringas graduadas (distintas), 1,6 ml de ácido sulfúrico na amostra do frasco de 2 litros e 1,3 ml de ácido nítrico, na amostra do frasco de 1 litro, seguindo instruções dos laboratórios da Companhia Rio-Grandense de Saneamento (CORSAN), responsáveis pelas análises. Estes laboratórios localizam-se na cidade de Rio Grande (ETA) e em Porto Alegre (SUTRA).

As águas coletadas com frascos plásticos de 5 litros destinaram-se à análise de fosfatos e nitratos, não tendo sido necessário o acréscimo de quaisquer conservantes químicos, a não ser a refrigeração.

Todas as precauções foram tomadas, no sentido de evitar prejuízos ou mesmo perda de amostras (vazamento/contaminação), já que uma nova coleta não seria possível devido ao difícil acesso à área e aos gastos que a mesma implicaria. Todos os frascos foram etiquetados, lacrados, mantidos sob refrigeração e levados para os laboratórios no menor tempo (- de 24 h) possível após a coleta.

4 - Comportamento das Características Químicas e Bioquímicas da Qualidade das Águas do Canal São Gonçalo

Em se tratando de qualidade das águas do Canal São Gonçalo, as primeiras informações começaram a ser levantadas a partir do ano de 1946 pelo Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis (DNPVN), com o objetivo de averiguar a concentração de cloretos nestas águas, visando entender o processo de intrusão das águas salgadas provenientes do Oceano Atlântico, via estuário da Laguna dos Patos para promover o desenvolvimento da rizicultura na região. Com a construção de uma barragem-eclusa nas proximidades da cidade de Pelotas entre o final da década de 60 e o início da década de 70, a preocupação com a concentração de cloretos acabou, permanecendo entretanto, a relacionada com outros aspectos da qualidade química, física e bacteriológica, sendo estas águas foco de diversos estudos quali-quantitativos realizados nas universidades de Rio Grande (FURG), Pelotas (UFPel) e Santa Catarina (UFSC) e por instituições como a Agência da Lagoa Mirim, o Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) e outras.

Os parâmetros químicos e bioquímicos analisados nas águas do Ca-

nal São Gonçalo e os resultados obtidos por meio deles se encontram descritos a seguir.

4.1 - Oxigênio Dissolvido

A origem do oxigênio nas águas está ligada à fotossíntese realizada pelas plantas aquáticas (algas) e à dissolução do oxigênio que se encontra na atmosfera próxima à superfície do corpo d'água (Lafuente & Alonso, 1987). A diminuição na quantidade de oxigênio dissolvido (OD) indica, em geral, poluição orgânica ou química das águas (Castro, 1997).

Para Benneti & Bidoni (1997), o OD pode ser utilizado como “um ótimo indicativo da qualidade sanitária da água”, estando a água saturada de oxigênio significa que ela não está contaminada com matéria oxidável. A medição do OD é de grande importância para o cálculo da Demanda Bioquímica de Oxigênio (Castro, 1997) e o valor estabelecido para este parâmetro pela Resolução 20/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) para as águas enquadradas na Classe 2 é igual a 5 mg/L O₂, não devendo ser inferior.

O oxigênio dissolvido presente nas águas do Canal São Gonçalo não apresentou variação significativa durante a coleta realizada em janeiro de 2001. Seus valores oscilaram entre 7,0 e 8,0 mg/L de O₂ e as águas com maior quantidade de oxigênio foram as coletadas nos pontos Po1, Po3 e Po5 (Figura 02).

Durante a segunda coleta, realizada em julho de 2001, em nenhum momento os teores de OD foram menores que 10,0 mg/L, valor que foi encontrado nos pontos Po1, Po2 e Po3. As águas do ponto Po4 foram as que apresentaram a maior quantidade de oxigênio dissolvido de toda a área do Canal São Gonçalo, com valor igual a 11,6 mg/L, enquanto que as águas do Po5 e Po6 apresentaram 11,0 mg/L (Figura 02).

A quantidade de oxigênio dissolvido foi como já se esperava, maior durante o inverno e menor durante o verão. Comportamento semelhante foi identificado também na demanda química de oxigênio e demanda bioquímica de oxigênio (como veremos em seguida), visto que estas reações dependem da disponibilidade do oxigênio.

A maior ou menor disponibilidade de OD nas águas possivelmente tenha relação com as temperaturas, no verão, e com a pluviosidade, no inverno. A movimentação das águas, o aumento do volume e a diluição da carga de componentes poluentes no inverno devem ter contribuído para que os valores se elevassem. Exceções são os pontos Po2 e Po3 que apresentaram em suas águas, valores de oxigênio mais elevados no verão do que no inverno (Figura 02).

As águas coletadas nos pontos Po1 e Po3 destacaram-se na primei-

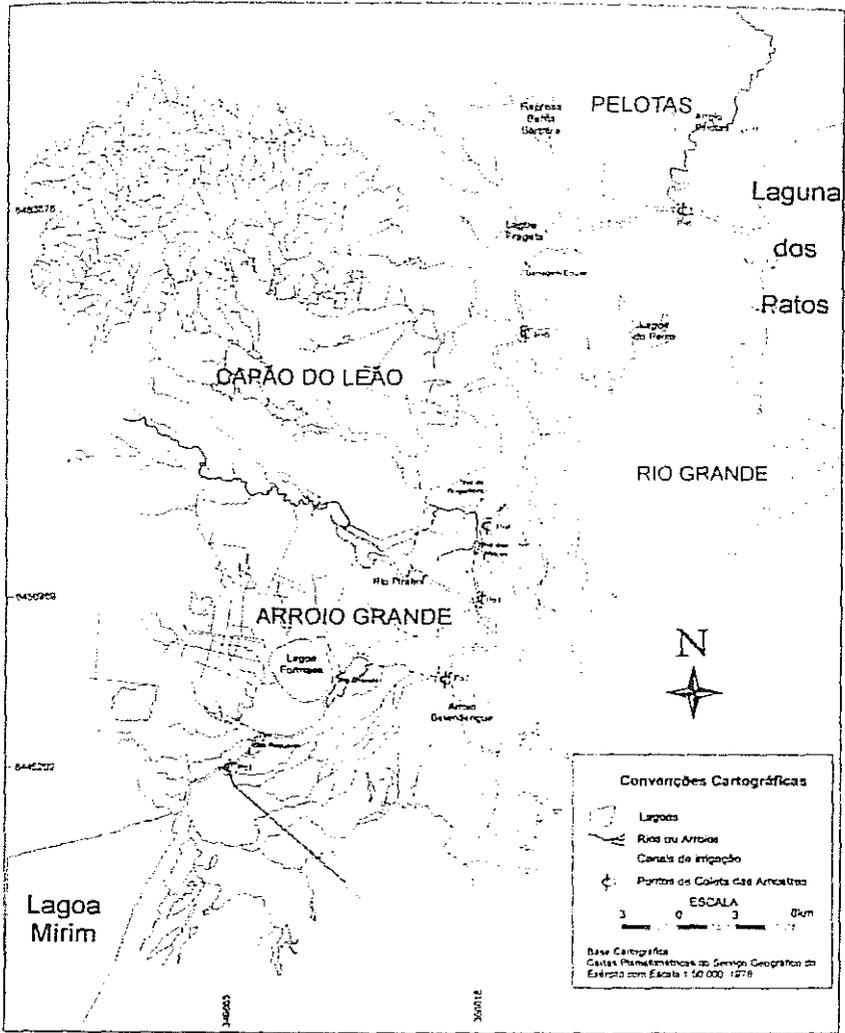


Figura 01: Localização dos pontos de coleta das amostrar no canal São Gonçalo

ra coleta por apresentarem os valores mais significativos de oxigênio dissolvido, por outro lado, na segunda coleta estes mesmos pontos se destacaram por apresentar os menores valores. O inverso ocorreu nas águas coletadas no ponto Po4 que durante o verão apresentou pequena quantidade de oxigênio, aumentando durante o inverno (Figura 02).

Comparando-se as concentrações de OD encontradas em toda a área do Canal São Gonçalo com o valor estabelecido pelo CONAMA para este

parâmetro (classe II = 5 mg/L de O₂) vê-se que os valores obtidos são maiores que os estabelecidos. Sendo assim, a quantidade de OD nas águas do Canal São Gonçalo é satisfatória, parecendo não haver influencia da poluição orgânica da qual o mesmo é alvo.

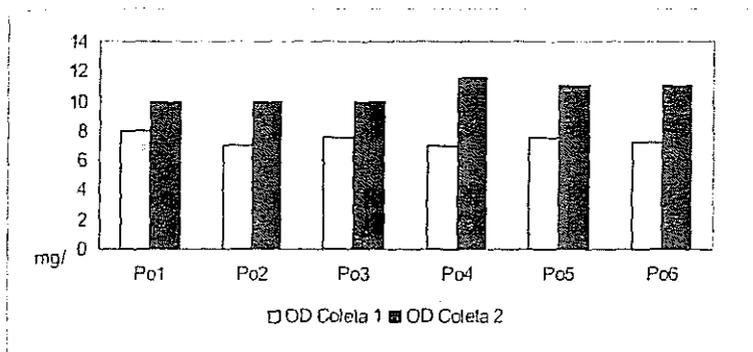


Figura 02: Diagrama do Oxigênio Dissolvido.

4.2 - Demanda Química de Oxigênio

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é o parâmetro químico que indica qual é a quantidade de oxigênio necessária para que ocorram reações químicas com os componentes disponíveis na água (Castro, 1997), por isso, os valores de DQO podem ser utilizados para indicar o grau de poluição causada por despejos domésticos e industriais.

Em trabalho realizado por Fenzl (1988), as mudanças nos valores de DQO foram relacionadas à presença de substâncias como Fe⁺⁺, Mg⁺⁺, NH₄⁺ que são capazes de consumir o oxigênio existente na água devido à sua oxidação.

A análise da DQO mostrou a ocorrência de resultados muito semelhantes nos pontos Po2, Po4 e Po5, onde os valores apresentados foram iguais a 21 mg/L, 21 mg/L e 22 mg/L, na primeira coleta e 20 mg/L, 25 mg/L e 23 mg/L, na segunda coleta, respectivamente (Figura 03).

No ponto Po3, no mês de janeiro, foi encontrada a maior DQO de todos os locais de coleta onde o valor foi igual a 26 mg/L, contrapondo-se ao ponto Po1 que apresentou o menor valor (18,0mg/L). No mês de julho, durante a segunda coleta, a maior DQO foi medida no Po6 que apresentou valor quase igual ao medido no ponto Po4 (Figura 03).

A DQO influenciou em um aumento no consumo de oxigênio do Po1 em direção ao Po6. O mesmo comportamento foi verificado na DBO (Figura 03).

ra O₂ e Figura 04) e na quantidade de OD. Importante destacar que o oxigênio dissolvido também passa por um aumento na concentração, particularmente no inverno, tal tendência foi identificada também em análises realizadas pela Agência da Lagoa Mirim durante os anos de 1996 e 1999, tal fato se deve possivelmente a uma maior movimentação das águas neste período devido à grande vazão provocada pelas chuvas intensas.

A Resolução 20/86 do CONAMA não apresenta valores limites máximos para o parâmetro DQO, não havendo por isso, possibilidade de comparação entre os valores medidos no São Gonçalo e os padrões de qualidade estabelecidos nesta resolução.

Em trabalho desenvolvido por Robaina (1999), foi apresentado para as águas do Rio dos Sinos, no Rio Grande do Sul, um valor máximo permitido igual a 10 mg/L o qual foi adotado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica local. Na falta de um valor adotado para uma bacia hidrográfica próxima e com características semelhantes, este valor foi tomado como base de comparação para este trabalho, o que permitiu verificar que todos os valores medidos nas águas do Canal São Gonçalo mostraram-se superiores (Figura 03).

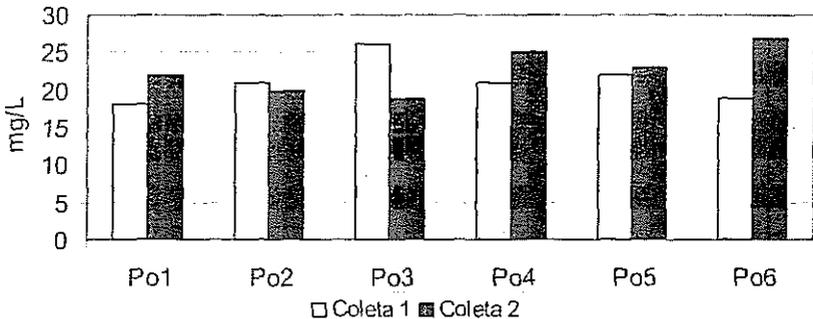


Figura 03: Diagrama da Demanda Química de Oxigênio

4.3 - Demanda Bioquímica de Oxigênio

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um parâmetro que pode ser enquadrado tanto nos requisitos de qualidade química da água como nos requisitos de qualidade bacteriológica, pois indica o consumo do oxigênio presente na água a partir da atividade de bactérias ou outros seres microscópicos presentes na mesma.

A DBO pode ser definida como “a quantidade de oxigênio dissolvido na água, necessária para oxidação bioquímica de substâncias orgânicas presentes no meio hídrico” (Castro, 1997), sendo por isso utilizada como medida indireta da quantidade de matéria orgânica biodegradável e da quantidade de oxigênio consumido pela respiração dos microorganismos.

A determinação da DBO depende de incubação de bactérias por um tempo de cinco dias, já que neste período, 70 a 80% do oxigênio da água já teria sido consumido por elas (Castro, 1997).

Para que sejam evitados erros de análises, as amostras coletadas devem ser mantidas a temperaturas de até +4°C, sendo necessário também que se comece o processo de incubação em um período de até 24 horas após realizadas as coletas (APHA,1976), o que foi levado em consideração nesta pesquisa.

Os resultados obtidos para a DBO₅ devem ser expressos em mg/L O₂ e o valor máximo permissível, expresso na Resolução 20/86 do CONAMA para as águas superficiais de Classe 2 é igual a 5,0mg/L e 3 mg/L para as águas de Classe 1. Valores que ultrapassem esta quantidade podem significar poluição com efluentes domésticos ou industriais.

Nas coletas realizadas, a DBO manteve-se, em geral, mais elevada durante o inverno, isto ocorreu nos pontos Po2, Po4, Po5 e Po6 e menor durante o verão. O contrário ocorreu nos pontos Po1 e Po3 onde os valores encontrados foram menores no inverno e maiores no verão (Figura 04).

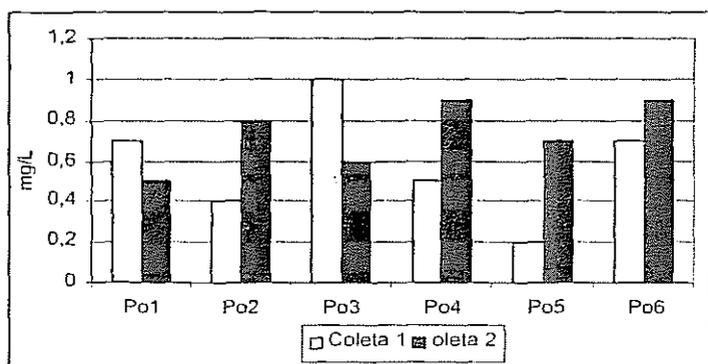


Figura 04: Diagrama da Demanda Bioquímica de Oxigênio

4.4 - Nitratos (NO₃)

Os íons de nitrato são facilmente absorvíveis pelas plantas, por isso, “as águas superficiais são, em geral, pobres em nitrato” (Castro,1997).

Quando em altas concentrações nas águas destinadas ao consumo, este elemento pode provocar doenças no ser humano, como a "cianose", que se manifesta principalmente em crianças e ocorre quando os nitratos se transformam em nitritos pela ação de microorganismos (Netto,1987).

A presença dos nitratos na água é encarada como uma indicação da poluição por resíduos de animais, efluentes domésticos e provenientes da adubação química das lavouras (APHA,1974).

Concentrações de nitratos foram encontradas, durante a primeira coleta, apenas nos pontos Po2 e Po5 (possivelmente devido aos adubos químicos) e Po6 (devido aos efluentes domésticos), nos demais pontos os nitratos não foram encontrados (Figura 05). Durante a segunda coleta as amostras dos seis pontos também não apresentaram quaisquer concentrações de nitratos, o que é estranho, principalmente para o ponto Po6 uma vez que a montante do mesmo há pelo menos três pontos de liberação de efluentes domésticos provenientes da cidade de Pelotas.

Análises realizadas pelo Serviço de Saneamento de Pelotas (SANEP) nas águas do Arroio Santa Bárbara (que é um dos principais afluentes/ efluentes do Canal São Gonçalo) durante os anos de 1994, 1995 e 1996, detectaram baixas concentrações de nitratos, ocorrendo nestas águas valores máximos iguais a 0,1mg/L. Entretanto, a partir do ano de 1997, estes valores começaram a aumentar consideravelmente, triplicando, na maioria dos casos.

Os valores de nitrato obtidos para o Canal São Gonçalo durante este trabalho são insignificantes, quando comparados ao valor de 10 mg/L estipulado pela Resolução 20/86 do CONAMA. Isto permite afirmar que são valores aceitáveis (Figura 05).

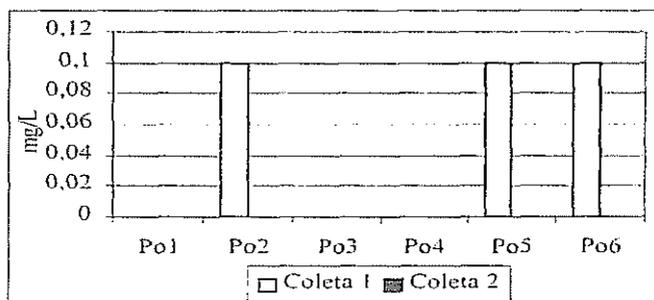


Figura 05: Diagrama dos Teores de Nitratos

4.5 - Fósforo Total

O fósforo é um elemento essencial para todos os organismos vivos e

freqüentemente é um fator limitante quando se trata de fertilidade de solos e ecossistemas aquáticos, porque grande parte do fósforo adicionado como fertilizante é rapidamente imobilizado pela formação de composto inorgânicos (APHA, 1976).

De acordo com O'Neill (1993), a concentração de fósforo em água de lagos e rios é pequena (60ppb) e a maioria do fósforo transportado para o oceano está adsorvido nos sedimentos em suspensão nas águas dos rios. Em geral, o aumento das concentrações de fósforo nas águas superficiais é devido às disposições de esgotos em cuja composição estão polifosfato solúveis usados em detergentes.

Segundo O'Neill (1993), apenas 20 a 30% dos fosfatos solúveis são extraídos no tratamento dos esgotos, com a adição de calcário junto com compostos de ferro e alumínio durante este tratamento. A quantidade de fósforo extraído será maior devido à precipitação dos metais fosfatados.

Os fosfatos solúveis residuais em corpos de água são prejudiciais, especialmente em lagos, pois estimulam o crescimento de algas fotossintéticas que impedem a transmissão de luz na água (aumentam a turbidez). Quando estas algas morrem, o oxigênio dissolvido é removido devido à decomposição das mesmas (Klein, 1972).

As águas do Canal São Gonçalo apresentaram no mês de janeiro concentrações de fosfatos iguais a 0,10mg/L nos pontos Po1, Po2 e Po6 e iguais a 0,09mg/L nos pontos Po3, Po4 e Po5 (Figura 06). Já durante a segunda coleta, foram encontradas concentrações diferenciadas de fosfatos em praticamente cada um dos pontos. No Po1 e Po6 a concentração medida foi de 0,07 mg/L. Nos pontos Po2 e Po3 esta concentração eleva-se para 0,08 mg/L. No Po4 eleva-se ainda mais passando para 0,14 mg/L e por fim, no ponto Po5 decai para 0,01 mg/L. De forma que, a maior concentração de fosfatos foi verificada no ponto Po4 e a menor no Po5 (Figura 06).

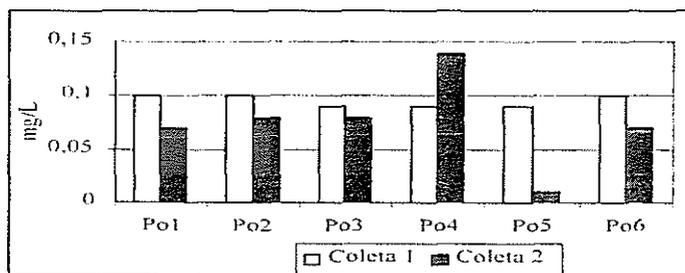


Figura 06: Diagrama dos Teores de Nitratos

Quando se compara os valores de fosfatos encontrados nas águas do Canal São Gonçalo durante os meses de janeiro e julho de 2001, com a

concentração máxima estipulada pela Resolução 20/86 do CONAMA, para as águas superficiais de Classe 2 (0,025mg/L), verifica-se que os valores obtidos nestes meses são elevados, o que se dá possivelmente em função do uso de adubos químicos e da liberação de esgotos.

4.6 - Cloretos

Segundo Von Sperling (1996:30), "*todas as águas naturais em maior ou menor escala, contêm íons derivados da dissolução de minerais*". Os cloretos em geral, são advindos da dissolução de sais e sua concentração nas águas naturais (doces) é pequena, quando comparada com as concentrações de outros compostos ou elementos químicos (Castro,1997).

"*As elevadas concentrações de cloretos fazem com que a água tenha um sabor desagradável*" (O.M.S, 1995) e um aumento rápido na sua concentração pode estar ligado à poluição causada por indústrias, irrigação ou esgotos domésticos, já que o cloreto é um componente natural das fezes e urina humanas e de outros animais.

A existência de cloretos em corpos de água doce pode dever-se também à proximidade destes com os oceanos e mares ou mesmo à fatores geológicos locais. (Netto,1987). Sendo assim, a ocorrência de cloretos em altas concentrações é bastante perceptível nas áreas de estuários, como é o caso de cerca de 20% da área do Canal São Gonçalo (da foz à barragem-eclusa) em anos mais secos.

A concentração de cloretos nas águas do São Gonçalo durante a primeira coleta foi igual em cinco dos seis locais de coleta, o valor medido nos pontos Po1, Po2, Po3, Po4 e Po5 foi igual a 12 mg/L, somente no Po6 a quantidade de cloretos foi diferenciada, neste encontrou-se um valor igual a 13 mg/L, de modo que, a maior concentração foi encontrada na área com comportamento estuarino (Figura 07).

Durante a segunda coleta o comportamento da concentração de cloretos modificou-se e valores diferenciados ocorreram em cada um dos pontos, entretanto, nos pontos Po2 e Po3 foi encontrado valor igual a 15 mg/L (Figura 07).

Algo que despertou a atenção foi o fato que a concentração de cloretos dobrou nas águas do ponto Po5, nas análises realizadas na segunda coleta, em relação ao mês de janeiro. Estes cloretos possivelmente não sejam de origem marinha, como citado nos parágrafos anteriores, já que este ponto de coleta está fora da área de influência da água salgada. Isto ocorreu ao mesmo tempo em que o Po6, que deveria ter apresentado a maior concentração de cloretos, pela proximidade com a Laguna dos Patos, apresentou apenas 16mg/L, sendo este valor semelhante aos ocorridos nos pontos Po1, Po2 e Po3 (Figura 07), os quais não são influenciados

pelas águas salgadas provenientes da Laguna, entretanto, há que se ressaltar que esta influencia pode se dar por via aérea, através da colocação destes sais na atmosfera pela ação dos ventos e à sua precipitação com as chuvas.

Disto conclui-se que, as maiores concentrações de cloretos nas águas do Canal São Gonçalo ocorrem durante o período de verão distribuindo-se aleatoriamente ao longo do canal. Esperava-se encontrar valores elevados no Po6, mas ele não correspondeu à esta expectativa, sendo mesmo assim, uma das maiores.

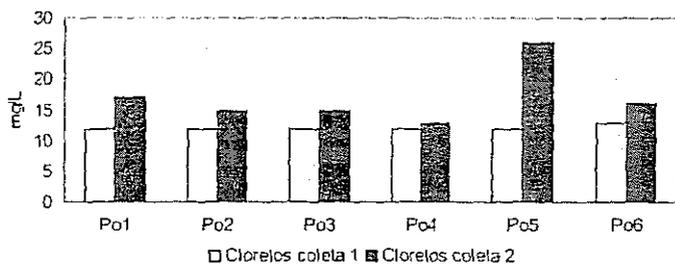


Figura 07: Diagrama dos Cloretos.

4.7 - Comportamento das Características Químicas - Grupo dos Metais

Os metais pesados são elementos químicos (derivados das rochas intemperizadas) que, segundo Pádua (1992, apud Arana, 1997:125), possuem o número atômico variando entre 22 e 92 e que se encontram distribuídos entre os grupos 3 a 7 da tabela periódica dos elementos.

Segundo Alloway & Ayres (1995), os seres vivos necessitam de pequenas concentrações de metais (os elementos-traço-essenciais) para seu crescimento saudável, por outro lado, concentrações em excesso podem causar doenças degenerativas, podendo-se tornar fatais devido a sua toxicidade (Phólio & França, 1989, Castro, 1997).

As fontes antropogênicas de metais que causam desequilíbrios ao meio ambiente e colocam em perigo a qualidade da vida de homens, animais e vegetais, são inúmeras. Dentre os metais pesados frequentemente encontrados nas águas superficiais destaca-se o comportamento dos seguintes analisados nas águas do Canal São Gonçalo.

4.7.1 - Mercúrio

O mercúrio, "*é um metal altamente tóxico, não essencial e não benéfico do ponto de vista biológico*" (Klein, 1972), que entra no sistema hídrico, graças a uma série de atividades humanas que vão desde a liberação de elementos utilizados em laboratórios químicos, uso de fungicidas e fabricação de papéis, extração mineral, até a simples quebra de termômetros fisiológicos (Phólio & França, 1989). Quando tratadas individualmente, muitos destes *inputs* de mercúrio no ambiente parecem não oferecer perigo para a saúde humana, entretanto, "*o efeito total pode ser bastante expressivo*" (Manahan, 1994).

A presença de mercúrio em grandes concentrações no corpo humano pode exercer influência no sistema nervoso central, provocando irritabilidade, paralisias, insanidades, quebra de cromossomos e má formação de fetos.

De acordo com Battalha & Parlatore (1977:110), após o estudo de inúmeros casos de envenenamento com mercúrio em países como Japão e EUA, pode-se estipular o nível de risco de contato com este elemento. Os autores citam a perda de dentes, problemas renais, salivação excessiva e inflamações na boca e gengivas como alguns dos sintomas da contaminação pelo mercúrio no corpo humano.

Destaca-se aqui que nem todo o mercúrio existente na natureza é de origem antropogênica. Battalha & Parlatore (1977:111), salientam que muitas bactérias têm a capacidade de transformar o mercúrio em metil mercúrio, contribuindo assim para o aparecimento de uma grande concentração deste elemento em alguns peixes.

Em ambas as etapas de coleta e análise de amostras no São Gonçalo não foram detectadas quaisquer quantidades de mercúrio, o que não significa que o mesmo não esteja presente naquelas águas já que tal elemento sofre precipitação, indo se depositar nos sedimentos de fundo. Desta forma, para que houvesse uma aferição mais confiável com relação à presença deste elemento tornar-se-ia necessário examinar também os sedimentos de fundo e serem realizadas maior número de amostragem nas águas, particularmente em profundidade.

A quantidade de mercúrio permissível nas águas superficiais de classe 2 estabelecida pela Resolução 20/86 do CONAMA é igual a 0,0002 mg/L Hg, valor extremamente baixo, devido à sua toxicidade e à sua capacidade de se acumular nos organismos.

4.7.2 - Cádmi

O cádmio é um elemento raro e tóxico, obtido da refinação de com-

plexos de zinco e outros metais. É encontrado, em geral, na forma inorgânica, sendo utilizado industrialmente em "pinturas, galvanizações, baterias alcalinas, plásticos, cerâmicas, fotografias, reatores nucleares e fertilizantes" (Battalha & Parlatore,1977:85).

A toxidez do cádmio pode ser inibida com a presença de outros elementos como o ferro, cálcio, zinco e selênio, por meio de reações ainda desconhecidas. Entretanto, o cádmio e o zinco são quimicamente parecidos e geralmente desencadeiam processos geoquímicos em conjunto (Manahan,1994), aumentando assim o seu potencial prejudicial.

Os efeitos da ingestão do cádmio na saúde humana são muito sérios, segundo Manahan (1994), tal elemento pode causar modificações na pressão sanguínea, esterilidade, destruição dos glóbulos vermelhos (levando à leucemia), lesões nos pulmões e problemas de coordenação motora. As lesões nos pulmões, provocadas pelo cádmio, têm sua origem na inalação do ar que o contém, sendo este geralmente emitido por indústrias, ou mesmo pelo uso intensivo de cigarros (Battalha & Parlatore,1977:87).

O cádmio, assim como o mercúrio que também é um metal pesado, freqüentemente é encontrado em sedimentos de fundo de baías, lagos, lagoas e rios, sendo sua detecção realizada a partir da aplicação do Método Espectrofotométrico (APHA,1976).

As análises realizadas nas águas coletadas durante os períodos de verão e de durante o inverno de 2001, ao longo do Canal São Gonçalo, não permitiram a identificação de quaisquer quantidades de cádmio naquelas águas, pelo menos no que se refere às águas superficiais.

4.7.3 - Chumbo

Em trabalho realizado por Phólio & França (1989), o chumbo é considerado um "*metal altamente tóxico e não essencial para o desenvolvimento da vida*". Seu aparecimento na natureza está constantemente ligado às minerações, fundições e outras indústrias que o utilizam para a fabricação de tintas, vernizes, bebidas, agrotóxicos, gesso, louças e cerâmica, podendo por isso estar relacionado ao lançamento de efluentes domésticos e industriais.

O chumbo pode causar "*sérias disfunções nos rins, sistema nervoso central, sistema reprodutivo, fígado e cérebro*" dando origem a sérias doenças que podem levar inclusive à morte. A prolongada exposição ao chumbo pode provocar também o "*retardamento no desenvolvimento físico e mental de crianças, além de anemias agudas*". As vítimas do chumbo por vezes, se sentem irritadas, cansadas e com fortes dores de cabeça (Manahan,1994).

O efeito cumulativo do chumbo causa a doença denominada *plumbismo* ou *saturnismo* que, segundo Phólio & França (1989), provoca o descoramento, emagrecimento e as chamadas cólicas saturninas. Sua presença em cigarros e bebidas e até mesmo em alimentos e água tem provocado inúmeros problemas de saúde pública. Há algumas décadas eram comuns os envenenamentos com chumbo, devido ao uso de painéis e sistemas de encanamentos que possuíam ligas com este elemento.

Com as análises realizadas no Canal São Gonçalo não conseguiu-se detectar a presença de chumbo na água da maioria dos pontos de amostragem, pois das seis amostras, apenas as dos pontos Po2, Po4 e Po5, durante a primeira coleta, apresentaram 0,01mg/L, nas demais o resultado foi igual a zero (Figura 09).

A Resolução 20/86 do CONAMA delimita concentração máxima igual a 0,03 mg/L de Pb para as águas superficiais enquadradas na classe 2, por isso pode-se dizer que os valores encontrados no São Gonçalo são satisfatórios, uma vez que foram inferiores a este, chegando na maioria das amostras, especialmente aquelas coletadas no inverno, ser iguais a zero.

Há que se ressaltar que, como no caso do mercúrio e do cádmio, a obtenção de valores iguais a zero não significa que o mesmo esteja ausente, uma vez que este metal também sofre precipitação, indo se depositar nos sedimentos de fundo, além disso, a análise das atividades econômicas da região leva a crer que haja liberação de uma quantidade considerável de tal elemento.

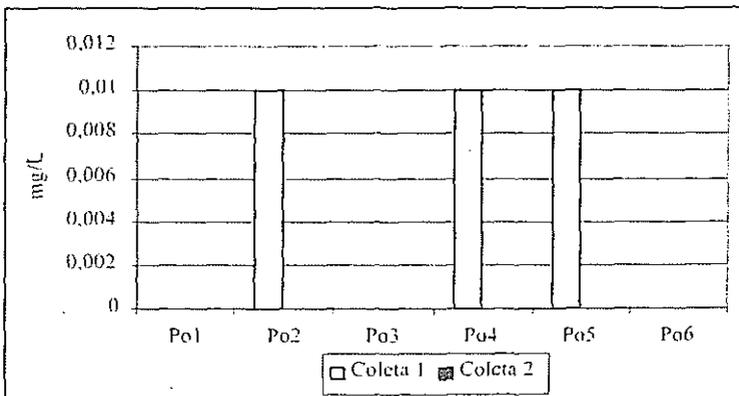


Figura 08: Diagrama de Teores de Chumbo.

4.7.4 - Cromo

O cromo é raramente encontrado nas águas naturais, sendo sua presença um indício de contaminação por despejos de curtumes, de indústrias que utilizam cromatos ou de liberação de águas de refrigeração, na quais o cromo é utilizado para evitar a corrosão (Battalha Parlatore,1977:95).

Klein (1972) comenta que foram realizadas inúmeras experiências com animais para verificar a influência do cromo nos seres vivos, mas através delas não foi possível verificar a ocorrência de anomalias de formação, percebeu-se, entretanto, um aumento das concentrações deste elemento nos tecidos do fígado.

A falta de comprovação da toxicidade do cromo, em alguns países, tem levado muitos pesquisadores a afirmar que este metal não é prejudicial à saúde e até o eliminam da lista de elementos tóxicos, entretanto, com base na análise de vários casos de contaminação nos EUA e Japão, Klein (1972) afirma que tal metal é extremamente prejudicial à saúde humana e altamente bactericida, por isso ser encontrado até pouco tempo na forma de remédio para curar cortes na pele (Mercúrio-Cromo/Mertiolate).

Na análise das águas do Canal São Gonçalo não foram detectadas quaisquer concentrações de cromo, tanto no inverno quanto no verão, isto é, primeira e segunda coleta.

4.7.5 - Ferro

O ferro é encontrado em quantidades expressivas em quase todos os solos, sob a forma de compostos insolúveis podendo, entretanto, se converter em solúveis (pela sua oxidação) e vir a entrar em circulação no sistema hídrico (OPS,1970).

As fontes naturais mais comuns de ferro são os minerais ferromagnesianos como as olivinas, piroxênios, anfíbolios e biotita, enquanto que as antrópicas são os óxidos de ferro originários dos objetos construídos à base de ferro, dos depósitos de ferro velho, das cercas de arame e outros.

Para Battalha & Parlatore (1977), o ferro quando consumido em pequenas quantidades, *"1 a 2 mg/dia pode ser considerado um nutriente para o corpo humano"*, entretanto, quando em altas concentrações pode vir a ser prejudicial.

As concentrações de ferro nas águas de abastecimento superiores a 0,3mg/L podem causar manchas nas roupas e instalações sanitárias que utilizam esta água. Em concentrações menores que 0,3 mg/L o gosto do ferro (ferrugem) não é percebido ao consumir-se a água, entretanto uma

certa coloração e turbidez podem ser vistas, pois o ferro favorece o desenvolvimento de bactérias que oxidam este elemento proporcionando o aparecimento de cor amarelada na água (Battalha & Parlatore,1977:100).

O ferro existe em condições redutoras, isto é, no estado ferroso, apenas nas águas subterrâneas, já que nas superficiais a presença do oxigênio resulta na oxidação deste elemento. Devido à exposição ao ar ou à adição de oxidantes, o ferro ferroso é oxidado e passa ao estado férrico, podendo ser hidratado e tornar-se solúvel. Em ambientes ácidos (solos), onde o pH é igual ou menor que 4,5, os minerais de ferro em geral, tornam-se também solúveis, podendo por isso, ser facilmente encontrados nas amostras de água analisadas em laboratório (APHA,1976).

Segundo O'Neill (1993), a lixiviação do ferro em solos saturados com água é característica do processo de formação dos solos *gley* e, em solos ácidos na formação de *podzols*. Se o horizonte B dos solos for relativamente impermeável, talvez devido à argila, a parte superior do solo tenderá a se tornar saturada e as condições redutoras que aí se desenvolvem tenderão a promover a lixiviação do ferro, podendo ocorrer a formação de uma camada dura e impermeável de óxido de ferro no topo do horizonte B (laterita, camada clay pan). A erosão dos solos, em épocas de chuvas intensas, promoverá a exposição desta camada laterítica dura e por sua vez a entrada do ferro que a compõe no ciclo hidrológico acompanhando os materiais sólidos que são retirados do solo.

Tem-se adotado como concentração máxima permissível para o ferro (solúvel) nas águas superficiais enquadradas na Classe 1 e Classe 2, a quantidade de 0,3mg/L, valor que foi ultrapassado em todas as amostras coletadas no Canal São Gonçalo tanto no mês de janeiro quanto em julho de 2001 (Figura 9).

Nas coletas realizadas em janeiro, percebeu-se que as concentrações de ferro foram iguais nos pontos Po4, Po5 e Po6, apresentando as águas de cada um deles valor igual a 1,3 mg/L (Figura 10). Nos pontos Po2 e Po3, as concentrações de ferro medidas foram menores que as verificadas nos pontos citados, uma vez que neles, as concentrações de ferro encontradas foram iguais a 1,0 mg/L. De todos os locais de coleta, o ponto Po1 foi o que apresentou a menor quantidade de ferro (Figura 9).

Durante a coleta realizada no inverno, as águas dos pontos Po1, Po3 e Po6 apresentaram a mesma quantidade de ferro (0,9mg/L). Nos demais locais de coleta, as águas mostraram-se com concentrações diferenciadas deste elemento, sendo 1,0 mg/L no Po2, 0,7 mg/L no Po4 e 1,3mg/L no Po5.

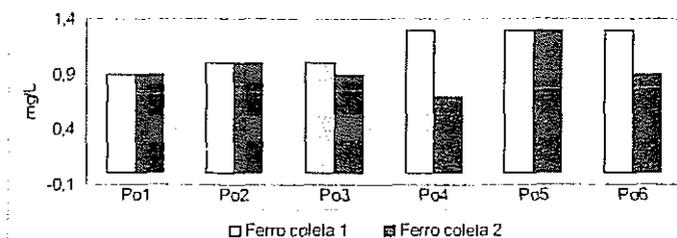


Figura 9: Diagrama dos Teores de Ferro.

A comparação entre os dados obtidos nas duas etapas de coleta permite verificar que as águas coletadas nos locais denominados Po1, Po2 e Po5 apresentaram-se com a mesma concentração tanto no verão (janeiro) quanto no inverno (julho) enquanto que nos Po3, Po4 e Po6 as concentrações de inverno foram menores que as de verão.

4.7.6 - Manganês

O manganês é um elemento semelhante ao ferro. Ele é encontrado em quantidades expressivas sob a forma de compostos insolúveis em quase todos os tipos de solos, a partir dos quais ele é incorporado aos mananciais através de mudanças produzidas nas condições ambientais, resultantes de reações biológicas (OPS, 1970).

Este elemento, ao contrário de todos os outros metais apresentados até o momento, é essencial à vida e uma dieta deficiente de sua concentração mínima pode significar má formação dos ossos, do sangue e dificuldades no crescimento, não sendo verificados, por isso, problemas de saúde causados pelo seu consumo em pequenas quantidades, por outro lado, quando consumido em grandes quantidades o manganês pode provocar cirrose hepática.

A existência de manganês em um corpo líquido pode ser um indicativo de poluição por esgoto doméstico e por efluentes industriais (OPS, 1970). No caso das águas do Canal São Gonçalo, encontrou-se concentrações de manganês somente nas águas dos pontos Po2 e Po3, durante o verão, sendo estas concentrações iguais a 0,03 e 0,05mg/L.

Para este parâmetro a Resolução 20/86 do CONAMA estabelece uma concentração máxima permissível igual a 0,1 mg/L, desta forma, os valores encontrados estão dentro da faixa de valores permitidos, podendo-se considerá-los como baixas concentrações.

Considerações Finais

Por meio desta pesquisa pode-se verificar o quanto é difícil analisar ou caracterizar o comportamento da qualidade das águas superficiais, isto se deve aos vários fatores que influenciam nesta qualidade, fatores estes de ordem natural e antrópica.

Verificou-se que o comportamento químico e bioquímico analisado foi diferente em cada uma das etapas de coleta e que se fossem realizadas outras coletas, nestas o comportamento também seria diferente, uma vez que o mesmo se reconfigura a cada momento.

Percebeu-se que os ventos e as chuvas têm um papel importantíssimo na caracterização da qualidade das águas do Canal São Gonçalo, já que as chuvas contribuem para o aumento da vazão e diluição dos poluentes os ventos coordenam a velocidade e a direção desta vazão.

A grande maioria dos valores obtidos por meio das análises realizadas se encontram dentro dos limites estipulados pela Resolução 20/86 do CONAMA, entretanto, alguns ultrapassam estes valores, denotando a influência das atividades agrícolas, industriais e urbanas na qualidade destas águas. Esta influência não chega a ser muito prejudicial, porque o São Gonçalo ainda possui condições de se auto-depurar.

Verificou-se que é extremamente difícil conseguir a detecção de metais pesados nas águas superficiais, se a quantidade presente for pequena, mas principalmente se as amostras não forem coletadas em profundidade e acompanhadas de uma análise sedimentológica.

Esperava-se comprovar que a área que se estende desde a barragem-eclusa até a foz do Canal São Gonçalo é a mais degradada (e realmente é) devido aos lançamentos dos efluentes da cidade de Pelotas e esperava-se ainda, uma influência considerável das águas salgadas do estuário nesta área do canal, o que não ficou muito claro nas análises realizadas, apesar dos valores elevados de cloretos aí encontrados.

Para finalizar, necessário se torna salientar que as águas do São Gonçalo abastecem o município de Rio Grande e surgem como única opção de abastecimento para a cidade de Pelotas que enfrenta a escassez deste recurso durante o período de verão, e que estas águas estão em uma fase inicial de degradação, o que torna necessária uma política de zoneamento das atividades econômicas, de tratamento dos efluentes (inclusive agrícolas), de controle e fiscalização, de aplicação de multas e mesmo de outorga e cobrança pelo uso da água precedidos do cadastramento dos usuários das águas, entretanto, estas medidas deverão ser tomadas para toda a área da bacia hidrográfica da Lagoa Mirim, inclusive para a parte uruguaia desta bacia, caso contrário, os esforços para se ter uma água de qualidade no Canal São Gonçalo serão em vão.

Abstract

This research presents a description about the comportament of chemical an biochemical characteristics of the São Gonçalo's water in the state of Rio Grand do Sul. This analysis was done on the 31th of both January and July of 2001. On these days were collected six samples of water in six different points along thi channel, specially located in the main flowing mouth. The parameters analyzed were: OD, DBO, DQO, nitrates, fosfates, chlorides, mercury, cadmium, lead, chrome, iron and manganese. The objectives were detect whether the water i being poluted by the agricultural, industrial and urban activities existent nea the channel or not, and how to previne a larger process of degradation.

Key-Words: Water's Chemistry, Water's Biochemistry, São Gonçalo Channel, Hydrological Resources

Referências Bibliográficas

APHA – *Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 14a edição, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION / A.W.W.A / W.P.C.F, Washington/ DC, 1976, 1193 p.

ARANA, L. V. – *Princípios Químicos de Qualidade da Água em Aquicultura : uma revisão para peixes e camarões*, UFSC, Florianópolis, 1997, 166p.

BATTALHA, B-H, L.; PARLATORE, A. C. - *Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano: bases conceituais e operacionais* – São Paulo, CETESB, 1977, 198p.

BENNETI, A. & BIDONE, F. – O Meio Ambiente e os Recursos Hídricos – in *Hidrologia: ciência e Aplicação*, 2a edição/organizado por Carlos E. M. Tucci – Porto Alegre: Editora da universidade: ABRH, 1997, p. 849 – 876.

CASTRO, C. M. B. de – *Aspectos Qualitativos das Águas Naturais – Notas de Aula* – Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 1997, 35 p.

CETESB – *Operação e Manutenção de E.T.A* – Vol. 1, Secretaria de Serviços e Obras Públicas do Estado de São Paulo, Cia. Estadual de tecnologia de Saneamento Básico e de Controle de Poluição das Águas, São Paulo, 1973, 290 p.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986, Legislação Ambiental, Brasília, 1986.

FENZL, N. – *Introdução à Hidrogeoquímica*, Colaboração de José Francisco Ramos, Universidade Federal do Pará/PIDL, Belém, 1988, 189p.

KLEIN, L. – *River Polution* – Causes and Effects - vol. 2, Ed. Butterworths, 5º edição, Londres, 1972, 456 p.

KLEIN, L. – *River Polution* – Chemical Analysis, vol. 1, Ed. Butterworths, 5º edição, Londres, 1972, 206 p.

- LAFUENTE, J. C. & ALONSO, J. M. C. – *Ríos: caracterización y calidad de sus aguas* – Editorial DIHIDROX, Madrid, Espanha, 1987, 264p.
- MANAHAN, S. E. – *Environmental Chemistry*, 6^o edição, Ed. Lewis Publishers, Londres, 1994, 170p.
- NETTO, J. M. de A. (org) – *Técnicas de Abastecimento e Tratamento de Água*, CETESB, São Paulo, 1987, 550 p.
- O'NEILL, P. – *Environmental Chemistry* – 2^o edição, Ed. Chapman & Hall, Londres, 1993, 268p.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – *Guias para a Qualidade da Água Potável: recomendações - Vol 1*, Organização Mundial da Saúde (OMS), Madrid, 1995, 185p.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – *Qualidade da Água – Organização Pan-americana de Saúde*, Organização Mundial da Saúde, Centro de Engenharia Sanitária, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 1970, 175p.
- PHÓLIO, M. H. O. & FRANÇA, S. C. – *Programa de Educação Ambiental do Vale do Ribeira*, Vol. 6/Poluição, Secretaria do meio Ambiente, Departamento Estadual de proteção de Recursos Naturais/Secretaria da Educação. Divisão Especial de Ensino de Registro, São Paulo, 1989, 76 p.
- ROBAINA, L. E de S. - *Análise Ambiental da Região de Influência do Rio dos Sinos entre o Arroio Campo Bom e o Canal João Corrêa*, com ênfase a metais Pesados, RS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em geociências, Tese de Doutorado, 1999, 281p.

Notas:

1 Professor Colaborador/Assistente no Curso de Geografia da UNIOESTE/FBE
Endereço: Rua Victor Sacavem, 80, B. Leônidas, Rio Grande/RS, cep – 96.203-350. E-mail: Gilmachad@icqmail.com

Data de recebimento: 10/03/2004

Data de Aprovação: 15/04/2004