

FÁCIES HIDROQUÍMICAS DOS RIOS DA PLANÍCIE COSTEIRA
SUL-PAULISTA

NAVARRA, C.T.*

RESUMO

A comparação de parâmetros hidroquímicos medidos nos rios da Planície Costeira do Sul do Estado de São Paulo, nas águas de chuva e nos estuários, permite a adoção de uma tipologia semelhante à exemplificada por SIOLI (1968) para os rios amazônicos. Os valores encontrados guardam relação com o regime hidrológico de acordo com as seguintes classes:

- a) Rios de Planalto, como o Rio Ribeira, são "rios de águas brancas" com bicarbonato cálcico dominante e composição iônica similar à média mundial.
- b) Rios de Baixada, como o Rio Una do Prelado, são "rios de águas pretas" com cloreto de sódio dominante e cor escura devido à presença de substâncias húmicas em teores excepcionalmente altos.
- c) Rios de Escarpa, como o Rio Verde, são "rios de águas claras" com cloreto de sódio dominante mas sem substâncias húmicas relevantes.

* Instituto Oceanográfico, USP

ABSTRACT - HYDROCHEMICAL FACIES OF THE RIVERS OF THE SOUTH COASTAL PLAIN OF THE STATE OF SAO PAULO.

Comparison of hydrochemical parameters measured in rivers of the South Coastal Plain of Sao Paulo with those of rain and estuarine waters, allows adoption of a typology similar to that of SIOLI (1968) for the rivers of Amazonia. The measured values relate to the hydrological regime according to the following classes:

- a) Highland Rivers, like Rio Ribeira, are "white-water rivers", with calcium bicarbonate dominant by weight, and of ionic composition similar to the world average.
- b) Lowland Rivers, like Rio Una do Prelado, are "black-water rivers", with sodium chloride dominant, and dark-colored due to the presence of humic substances in exceptionally high concentrations.
- c) Escarpment Rivers, such as Rio Verde, are "clear-water rivers", with sodium chloride dominant, but without significant humic matter.

INTRODUÇÃO

O estudo da composição do material sólido transportado pelos rios permite relacionar o ciclo hidrogeoquímico das águas fluviais com o ciclo hidrológico de sua própria bacia. A ação mecânica das águas correntes associada à ação química de dissolução de elementos, determina a presença nas águas, de sólidos em quantidades e proporções muito variáveis (GIBBS, 1972; JUNK, 1982; PADUA et al., 1984; POR, 1986; SIOLI, 1968; STALLARD & EDMOND, 1981; WENINGER, 1985). Pode-se distinguir entre os Sólidos Totais transportados (ST), duas categorias: os Sólidos em Suspensão (SS), e os Sólidos Dissolvidos (SD). Os primeiros são altamente dependentes do regime hidrológico e, nos períodos de cheias, sua

concentração aumenta consideravelmente. Os sólidos dissolvidos têm, para cada rio, uma composição mais constante. Os íons presentes predominantes são: os 3 ânions bicarbonato, cloreto e sulfato, e mais os 4 cátions sódio, potássio, cálcio e magnésio. A sílica dissolvida e o ferro encontram-se em menores proporções. A Matéria Orgânica Dissolvida (MOD) mais ou menos humificada, passa a ser importante em certos tipos de rios da área estudada nos quais se apresenta em teores poucas vezes encontrados em outras regiões do Mundo, mesmo tropicais (POR, 1986).

Podemos estabelecer uma tipologia dos rios baseada nas fácies hidrogeoquímicas que, em última análise, reproduzem a tipologia dos rios segundo o seu regime hidrológico.

ÁREA DE ESTUDO: SISTEMA HIDROLÓGICO

A Planície Costeira Sul-Paulista é uma região bem diferenciada ocupando quase um décimo da área do Estado de São Paulo. Constitui a parte baixa da Fachada Atlântica que termina na Serra do Mar. Na interface entre a Baixada e a Serra há uma Região Pré-Serrana na qual se acomodam as diversas bacias de captação dos vales fluviais até se expandir na Baixada inferior, em estuários que se abrem para o mar. Dentro da Baixada, há 2 áreas geneticamente diferentes: o litoral arenoso ou lamacento, de restingas ou banhados, e o distal com aluviões continentais (Fig. 1). Toda a região é dominada pelas águas, não só dos numerosos rios que a atravessam, mas dos canais lagunares que são braços de mar separando ilhas como as de Cananéia e Ilha Comprida formando em conjunto um ambiente estuarino-lagunar. O regime hidrológico é caracterizado pelas altas precipitações bem distribuídas ao longo do ano e carecendo de verdadeiros períodos de seca com déficit hídrico. Existe uma grande quantidade de pequenos cursos de águas superficiais formadores de rios de pequeno porte, apenas coletores de águas superficiais; são os

rios de baixada, que nascem em banhados ou esteiros ou em lagoas inter-restingas. Devido à pequena declividade das baixadas, suas águas são pouco movimentadas. Os 2 maiores rios desta categoria são os rios Una da Aldeia e Una do Prelado que têm suas nascentes no Banhado Grande. O primeiro inflete para NE atravessa a Juréia e, após um percurso de 60 km, deságua no Mar enquanto que o segundo se dirige para a direção SW até encontrar o Rio Ribeira de Iguape.

Os rios exógenos, nascem fora da baixada, seja no planalto, seja nos limites da região serrana. O único Rio de Planalto que banha a região é o Rio Ribeira. Nasce no Paraná na junção de dois rios, o Molnos e o Capivari. Segue inicialmente pelo Estado do Paraná onde percorre um terço de sua trajetória. Entretanto no Estado de São Paulo desce a região serrana com ímpeto que vai perdendo aos poucos na região pré-serrana até chegar a Eldorado. Começa aí o percurso navegável com um desnível até o mar de 0,16 m por km. O Baixo Ribeira passa então a ser conhecido como Ribeira de Iguape. Em plena Baixada o Rio divaga em meandros, muitos já abandonados, e recebe o afluxo dos afluentes mais importantes; pela margem esquerda, o Rio Juquiá, e pela margem direita, o Rio Jacupiranga.

Os Rios de Escarpa, nascem na Região Serrana, descem inicialmente com grande declive, formando as vezes cachoeiras e tem pouco percurso na Baixada onde passam a ser tributários de Rios de Baixada. No caso de ser o seu débito muito pequeno, não chegam a modificar sensivelmente as características dos Rios de Baixada. Os que se originam nas escarpas íngremes costeiras chegam até o mar com pequeno trajeto de Baixada, como o Rio Verde, que nasce no Maciço da Juréia.

Diferenças de regime destes 3 tipos de rios, geram diferenças no aspecto de suas águas. Podem assim ser reconhecidos distintamente à semelhança da classificação adotada por SIOLI, nos Rios Amazônicos: Rios de Águas Brancas, Rios de Águas Pretas, e Rios de Águas Claras. No trecho fi-

nal dos rios, ou trecho estuarino, surge a influência do mar originando situações mistas que não serão aqui examinadas.

MATERIAL E MÉTODOS

As águas coletadas na superfície dos rios, foram em parte examinadas "in situ" ou eram acondicionadas em frascos de polietileno para exames de laboratório. No campo eram analisados o pH e a salinidade com pHmetro e salinômetro portáteis.

No laboratório eram determinados os sólidos totais (ST) por evaporação (só em alguns casos, para efeitos comparativos). Como regra, as amostras de água de 1 litro eram filtradas em filtro com poros de 0,45 μ m de diâmetro médio e separados os sólidos em suspensão (SS) dos sólidos dissolvidos (SD). Os SS eram secos na estufa, e pesados. Da solução tomavam-se alíquotas para determinar os componentes maiores dos seus sais. Quando necessário, a solução era previamente concentrada.

Na e K foram analisados por fotometria de chama; Ca e Mg por método complexométrico; cloretos, por volumetria (método de Mohr); sulfatos eram pesados como sulfato bário; bicarbonatos, por titulação com alaranjado de metila e fenolftaleína, e MOD por método absorciométrico no UV.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A carga sedimentar dos Rios da Planície Sul-Paulista varia de acordo com o regime hidrológico. A quantidade de sólidos carregados (ST) se situa na faixa dos 100 mg por litro. A Fig. 2 apresenta os valores de ST encontrados na presente pesquisa em amostras superficiais dos Rios da Baixada, e do Ribeira nos últimos 4 anos. Foram excluídos os dias de chuvas e de cheias e comparados com as médias dos Rios da

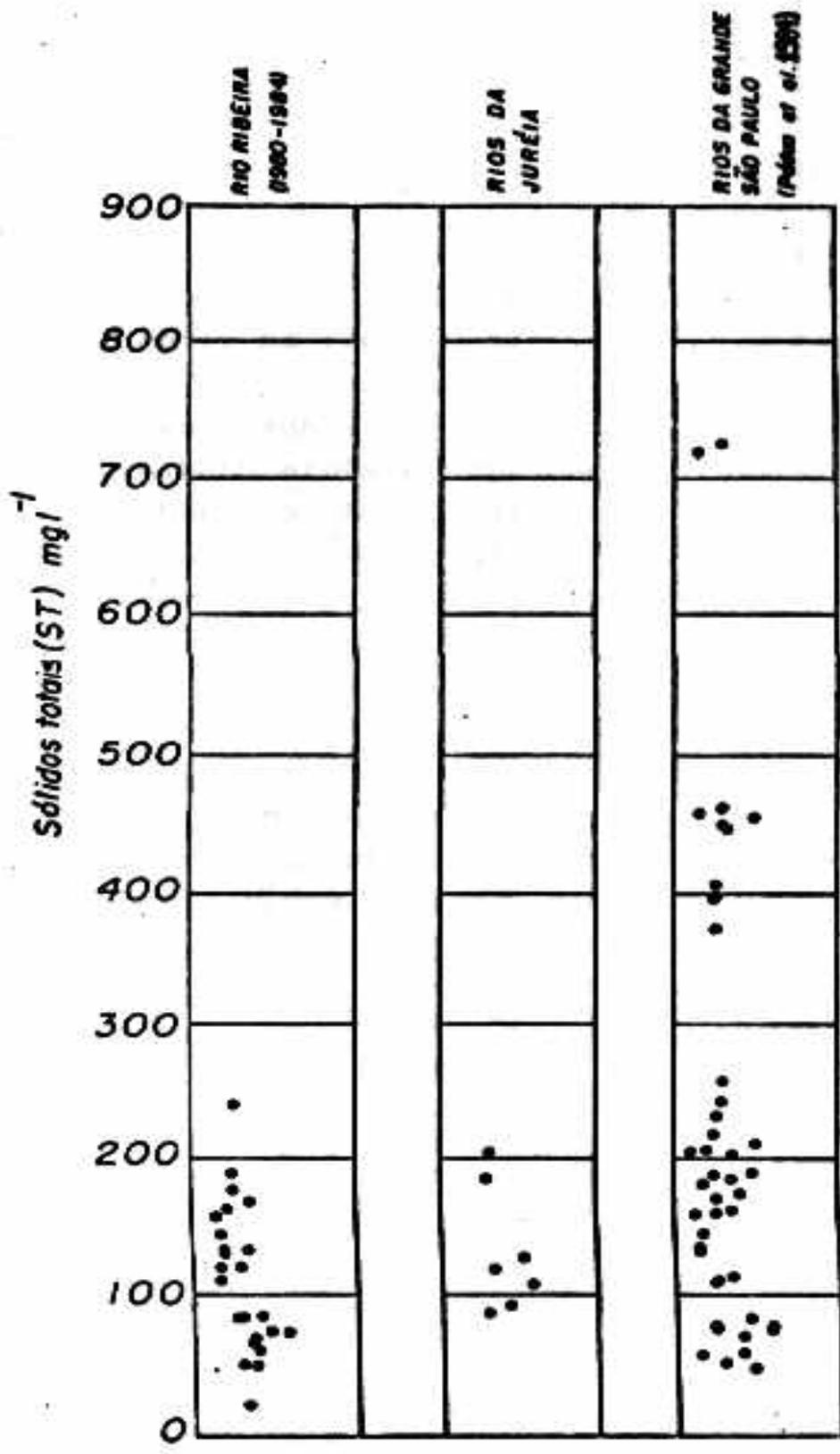
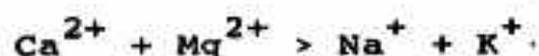


Figura 2 - Valores de ST em amostras superficiais dos Rios da Baixada e do Ribeira.

Grande São Paulo (PÁDUA et al., 1984), onde se notam maiores valores por efeito de influência antrópica. As variações temporais de SS são maiores que as de SD pois as águas, além de se comportar como solvente primário, são também agentes erosivos, meios de transporte, e seus efeitos físicos são mais dependentes do regime hidrológico que os efeitos como solvente. As partículas em suspensão podem atingir valores muito altos durante as tormentas e então, o material particulado supera muito o material dissolvido. Em circunstâncias normais, a relação SD/SS é maior que 2.

O material dissolvido, (SD) nas águas do Rio Ribeira ou da Baixada, é menor que a média mundial. Há maior interesse em estudar a distribuição do conteúdo iônico, ou seja, a composição iônica dos SD e também a matéria orgânica dissolvida, MOD, pois essas fácies hidroquímicas se correlacionam com os 3 tipos de rios pela primeira vez descritos na Amazônia.

O Rio Ribeira é um Rio de Águas Brancas; suas águas têm composição análoga à do Rio Solimões, formador do Amazonas, bastante próxima à média observada nos rios mundiais (Fig. 3). Há uma preponderância ponderal em bicarbonato cálcico. As seguintes relações entre os parâmetros hidroquímicos, derivam diretamente da Fig. 3:



Os íons bicarbonato passam de 10 mg por litro enquanto que a soma dos restantes ânions não chega a 10 mg por litro.

O íon cálcio se encontra na faixa 5-10 mg por litro o que representa uma dureza moderadamente baixa, porém aceitável para o consumo destas águas.

O pH pode ser ligeiramente ácido, em geral, na faixa de 6-7.

A MOD, sem interesse especial, é muito pequena, próxima da encontrada nas águas do mar (1-5 mg por litro).

A Fig. 3 mostra também a composição iônica dos Rios de Águas Pretas. Nestas águas há um predomínio do cloreto sódico.

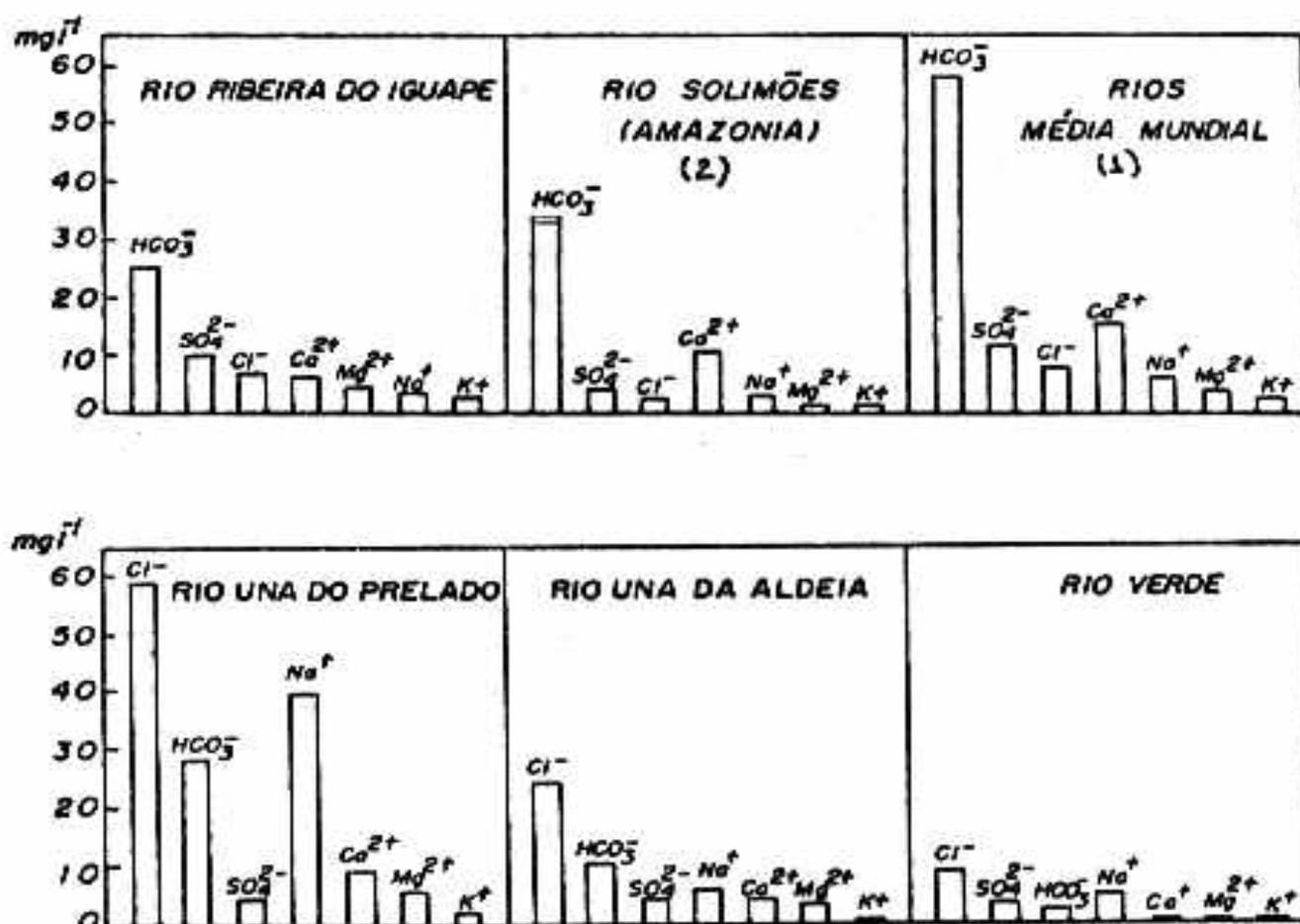
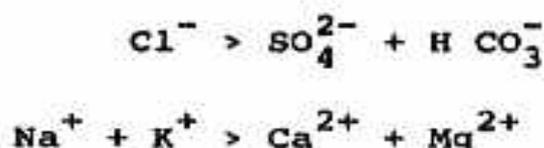


Figura 3 - Composições iônicas em Rios de Águas Pretas e Rios de Águas Claras.

(1) GIBBS, 1972

(2) BURTON & LISS, 1976

A MOD é aqui muito mais alta e bastante dependente do regime. No período de chuvas aumenta notavelmente e as águas são de um amarelo escuro intenso. A partir de 20 miligramas por litro começa a aparecer a coloração amarelada que se intensifica nos valores usualmente encontrados, de 60-70 mg/l⁻¹. Em função da presença de ácidos húmicos, o pH diminui, variando na faixa de 3,7-6.

Os Rios de Águas Claras têm pouca carga sedimentar. O conteúdo iônico é baixo com predomínio do sal cloreto sódico. A composição iônica é parecida com a existente nos Rios de Águas Pretas. A diferença marcante é a baixa concentração de MOD.

Uma comparação da composição iônica das águas dos 3 tipos de rios medida em miliequivalentes grama, aparece na tabela abaixo (Tab. 1 e 2). O balanço ânion-cátion não é satisfatório para os rios de águas pretas devido possivelmente à capacidade de retenção de cátions da matéria orgânica humificada. No Rio Ribeira, Ca e Mg estão quase igualados.

Tabela 1 - Concentrações de ânions salinos, em Rios segundo diversas fácies hidroquímicas.

Rio	Tipo	HCO ₃ ⁻ meq l ⁻¹	SO ₄ ²⁻ meq l ⁻¹	Cl ⁻ meq l ⁻¹	Êânions meq l ⁻¹
Rio Ribeira	Águas Brancas	0,41	0,19	0,23	0,83
Rio Comprido	Águas Pretas	0,46	0,10	1,66	2,22
Rio Verde	Águas Claras	0,05	0,04	0,20	0,29

Tabela 2 - Concentrações de cátions salinos em Rios, segundo diversas fácies hidroquímicas.

Rio	Tipo	Ca ²⁺ meql ⁻¹	Mg ²⁺ meql ⁻¹	Na ⁺ meql ⁻¹	K ⁺ meql ⁻¹	Σcátions meql ⁻¹
Rio Ribeira	Águas Brancas	0,28	0,30	0,15	0,06	0,79
Rio Comprido	Águas Pretas	0,42	0,33	1,71	0,09	2,55
Rio Verde	Águas Claras	0,09	0,02	0,13	0,02	0,26

A análise de um número limitado de amostras superficiais dos rios da Planície Sul-Paulista em zona não estuarina, permitiu distinguir 3 tipos de rios, a semelhança dos descritos por SIOLI (1968) na Amazônia.

O único Rio de Planalto que deságua na Fachada Atlântica Sul-Paulista, o rio Ribeira de Iguape, é um Rio de Águas Brancas. Caracterizam-se esses rios como rios barrentos, de composição iônica próxima da média dos rios mundiais, e predominância ponderal de bicarbonato cálcico.

Entre os rios endógenos, a maioria dos rios que nascem na Baixada, são Rios de Águas Pretas. O mais notável são os valores altos de MOD. O conteúdo iônico dominante é o cloreto sódico. Há uma conservação de bicarbonato cálcico com aumentos relativos e absolutos de cloreto sódico. Pode-se pensar num processo de salinização uma vez que não é possível a influência de contaminação do aquífero com águas marinhas.

Os Rios de Escarpa são Rios de Águas Claras. Pela sua composição iônica assemelham-se aos Rios de Águas Pretas embora com teores mais baixos. A MOD é quase inexistente, muito próxima da encontrada nos Rios de Águas Brancas, ou nas águas do mar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURTON, J.D. & LISS, P.S. *Estuarine chemistry*. London, Academic Press, 1976.
- GIBBS, R.J. Water chemistry of the Amazon River. *Geochim. Cosmoch. Acta*, 36: 1961-6, 1972.
- JUNK, W.J. Amazonian floodplains: their ecology, present and potential use. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 15 (4): 285-301, 1982.
- PADUA, H.B.; PIVA-BERTOLETTI, S.A.; VARGAS-BOLDRINI, C. Qualidade das águas do Estado de São Paulo para desenvolvimento e preservação de peixes. *Rev. DAE*, 44 (188): 181-98, 1984.
- POR, F.D. Stream type diversity in the Atlantic Lowland of the Juréia Area (Subtropical Brazil). *Hydrobiologia*, 131 (1): 39-45, 1986.
- SIOLLI, H. Hydrochemistry and Geology in the Brazilian Amazon Region. *Amazoniana* (1): 267-77, 1968.
- STALLARD, R.F. & EDMOND, J.M. Geochemistry of the Amazon. *J. Geogr. Res.*, 86: 9844-58, 1981.
- WENINGER, G. Principal freshwater-types and compative hydrochemistry of tropical running water systems. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 18 (2): 79-110, 1985.

ENDEREÇO DO AUTOR

NAVARRA, C.T.

Universidade de São Paulo
 Instituto Oceanográfico
 Praça do Oceanográfico, 191 - Cidade Universitária - Butantã
 05508 São Paulo - SP