

17

III SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
(SILUBESA)

TEMA 5
QUALIDADE DA ÁGUA

QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO UATUMÃ - AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO COM OUTROS
RIOS SEMELHANTES DA AMAZÔNIA

JANE MARIA CODEVILA PALMA

MSc, Bióloga da ENGE-RIO - Engenharia e Consultoria S.A.

ELISABETH DELARUE DE SOUZA LOURENÇO

Engenheira Química da ENGE-RIO - Engenharia e Consultoria S.A.

JOEL M. BRANSKI

PhD, Engenheiro da ENGE-RIO - Engenharia e Consultoria S.A.

KOZO HINO

MSc, Biólogo da Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. - ELETRONORTE

WILLY A. PEREIRA

Engenheiro da Centrais Elétricas do Norte do Brasil - ELETRONORTE

R E S U M O

O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma sinopse dos estudos da qualidade da água do rio Uatumã, afluente pela margem esquerda do rio Amazonas a nordeste da cidade de Manaus, situado no Estado do Amazonas, entre as latitudes $0^{\circ} 15'S$ e $2^{\circ} 48'S$ e entre as longitudes de $58^{\circ} 34'W$ e $60^{\circ} 54'W$.

É feita uma abordagem quanto a algumas características físico-químicas peculiares do rio Uatumã, devido a sua localização em plena floresta amazônica.

Apresenta-se, também, uma avaliação da composição das águas dentro dos padrões brasileiros vigentes.

Finalmente, faz-se uma comparação entre o rio Uatumã e os outros de caracteres semelhantes da bacia amazônica (rios de água preta) e ainda com a média mundial fluvial.

Í N D I C E

<u>ITEM</u>	<u>TÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.	INTRODUÇÃO	03
2.	HISTÓRICO	03
3.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA BACIA DO RIO UATUMÃ	04
4.	COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DO RIO UATUMÃ E COMPARAÇÃO COM A MÉDIA MUNDIAL DE ÁGUAS FLUVIAIS.	06
5.	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DENTRO DOS PADRÕES BRASILEIROS	08
6.	COMPARAÇÃO DO RIO UATUMÃ COM OUTROS RIOS DA BACIA AMAZÔNICA	10
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	11
8.	BIBLIOGRAFIA	12
9.	AGRADECIMENTOS	13

1. INTRODUÇÃO

O Amazonas é o maior rio do mundo em volume de água, possuindo 17 rios laterais como afluentes principais.

A bacia do rio Uatumã, afluente pela margem esquerda do rio Amazonas, situa-se a nordeste da cidade de Manaus, entre as latitudes de 0° 15' S e 2° 48' S e entre as longitudes de 58° 34' W e 60° 54' W. Está, portanto, localizado quase que integralmente no Estado do Amazonas, com exceção de seu afluente - rio Jatapu - que nasce no Território de Roraima, nas proximidades da fronteira do Brasil com a Guiana (Figura 1). A bacia possui uma área de 18.450 km², tendo como principais afluentes os rios Pitinga e Jatapu, ambos na margem esquerda.

2. HISTÓRICO

A ELETRONORTE, Centrais Elétricas do Norte do Brasil, vem realizando estudos e levantamentos relativos à limnologia e à qualidade da água do rio Uatumã desde 1977, com o objetivo de fornecer subsídios para os estudos ambientais do futuro reservatório da Usina Hidrelétrica de Balbina (Figura 1), através das seguintes instituições:

- COSAMA - Companhia de Saneamento do Amazonas;
- INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia;
- FSESP - Fundação de Serviços de Saúde Pública (Ministério da Saúde);
- CONSÓRCIO MONASA/ENGE-RIO.

O local de implantação da UHE Balbina situa-se no município de Presidente Figueiredo, no rio Uatumã, cerca de 320 km a montante de sua confluência com o rio Amazonas; a 146 km de Manaus e a 5 km da Vila de Balbina.

Tais estudos constituem um acervo de dados de grande importância para estudos de qualidade da água em rios da bacia amazônica.

3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA BACIA DO RIO UATUMÃ

A bacia do rio Uatumã encontra-se sobre sedimentos pré-cambrianos que variam do Arqueano ao Proterozóico Superior. Ocorrem também sedimentos paleozóicos, coberturas lateríticas terciárias e sedimentos recentes preenchendo o fundo dos vales dos rios e igarapés que drenam a região.

A elevada temperatura e umidade atmosférica são características marcantes da bacia do rio Uatumã, provocando uma intensa evapotranspiração e pluviosidade sobre a mesma.

A umidade relativa é uniforme e elevada durante todos os meses do ano. Os valores extremos são 99,7% para a média das máximas anuais e 89,4% para as médias das mínimas; com 96,7% para as médias das médias (esses valores referem-se ao período de abril de 1978 a 1984).

A variação da evaporação média ao longo dos meses é de cerca de 96 mm e a evaporação média anual de 1.149 mm (dados obtidos no período de 1978 a 1984).

A evapotranspiração desta área pode atingir níveis da ordem de 1.200 a 1.500 mm de água por ano, ou seja, em torno de 1/2 a 2/3 da precipitação anual.

Verifica-se a predominância de ventos dos quadrantes NE e SE, atingindo uma velocidade média máxima entre 20 e 24 km/hora.

Geralmente, os meses de dezembro a maio são os mais chuvosos e os mais secos são de junho a novembro.

A temperatura da água varia entre 23,5°C e 35,6°C.

Uma das principais características da bacia é o tipo de solo laterítico ou latossolo.

A laterização é um processo típico das regiões tropicais úmidas ou estações subtropicais onde ocorrem chuvas e secas.

A área de drenagem total da bacia é de, aproximadamente, 70.000 km².

Com base nos serviços hidrométricos realizados em Balbina, foram obtidos dados diários e médias mensais de vazões naturais.

Na tabela a seguir são apresentadas as médias das médias mensais no período de 1931 a 1984 (expressos em m³/s).

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA LONGO TEMPO
308,0	527,8	687,2	986,8	1127,6	1112,5	700,7	436,2	302,4	226,8	197,3	228,5	570

A média geral das médias mensais dessa série de dados é de 570 m³/s, com uma média mensal mínima de 19,7 m³/s e uma média mensal máxima de 2689,9 m³/s.

Os dados abaixo referem-se à série de vazões históricas geradas a partir de dados coletados no período de 1981 a 1986.

- Área de drenagem (km²): 18.862
- Vazão máxima (m³/s): 1.750
- Vazão média mensal (m³/s): 570
- Vazão média mensal mínima (m³/s): 19,7
- Vazão média mensal máxima (m³/s): 2689,9

Em todo o curso, o rio Uatumã é sinuoso e a bacia é densamente coberta por florestas, apresentando uma paisagem uniforme e típica da região.

A vegetação predominante é fundamentalmente de floresta equatorial densa de terra firme.

O Projeto RADAMBRASIL classificou esta tipologia em função de critérios fisionômicos e estruturais da vegetação, combinados com características fisiográficas, geomorfológicas e ecológicas da região em estudo.

4. COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DO RIO UATUMÃ E COMPARAÇÃO COM A MÉDIA MUNDIAL DE ÁGUAS FLUVIAIS

Segundo Furch (1984), a geoquímica da área de origem reflete-se na composição química dos rios da Amazônia.

As águas relativamente ácidas dos rios da Região Norte Periférica (Figura 2) apresentam um teor de eletrólitos baixos (baixa condutividade), implicando baixos teores de metais, especialmente alcalino-terrosos. Possuem ainda traços significativos de ferro e alumínio em relação aos metais totais.

O rio Uatumã, seguindo as características dos rios da Região Norte Periférica (como poderá ser evidenciado no Quadro 1), é pobre em metais de maior importância metabólica (cálcio e magnésio) e nutrientes (fosfato total e nitrogênio) para produção de biomassa.

Os valores de dureza e alcalinidade são reduzidos, sugerindo sensibilidade à acidez mais acentuada.

Outra característica importante é a escassez de material suspenso associada a valores de cor elevados influenciada pela presença de ácidos húmicos dissolvidos nas águas superficiais, não retidos no solo, o que produz um baixo valor do pH.

A transparência observada em média (1,3 m) é considerada baixa com conseqüências para a produção primária. Este fato, associado aos reduzidos teores de nutrientes (N e P), conduz a um desenvolvimento insuficiente de algas (Junk, 1979).

A título ilustrativo apresentamos ainda a Figura 3, onde poderão ser observadas as características mencionadas anteriormente no rio Uatumã em comparação com a composição média mundial de águas fluviais.

QUADRO 1

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	VALORES MÉDIOS DO RIO UATUMÃ (1983 a 1987)
pH	4,1 - 6,8
Temperatura (°C)	28,9 (°C)
Transparência (Disco de Secchi) (m)	1,3 (m)
Condutividade elétrica (µs/cm)	12,6 (µs)
Cor (uH)	50 (uH)
Demanda Bioquímica de oxigênio (mg/l)	0,96 (mg/l)
Demanda Química de oxigênio (mg/l)	11,21 (mg/l)
Oxigênio dissolvido (mg/l O ₂)	5,39 (mg/l O ₂)
CO ₂ total (mg/l CO ₃)	7,30 (mg/l CO ₂)
Alcalinidade total (mg/l CaCO ₃)	4,02 (mg/l CaCO ₃)
Dureza total (mg/l CaCO ₃)	5,09 (mg/l CaCO ₃)
Cálcio (mg/l)	0,60 (mg/l)
Magnésio (mg/l)	0,50 (mg/l)
Ferro total (mg/l)	0,58 (mg/l)
Ferro dissolvido (mg/l)	0,17 (mg/l)
Alumínio (mg/l)	0,007 (mg/l)
Cobre (mg/l)	0,005 (mg/l)
Zinco (mg/l)	0,0004 (mg/l)
Manganês (mg/l)	0,002 (mg/l)
Mercúrio (mg/l)	0,0 (mg/l)
Flúor (mg/l)	0,0 (mg/l)
Sulfato (mg/l)	3,32 (mg/l)
Nitrogênio Kjeldahl (mg/l N)	0,103 (mg/l N)
Nitrogênio amoniacal (mg/l N)	0,029 (mg/l N)
Nitrato (mg/l N)	0,18 (mg/l N)
Nitrito (mg/l N)	0,004 (mg/l N)
Fosfato total (mg/l P)	0,017 (mg/l P)
Ortofosfato (mg/l P)	0,014 (mg/l P)
Cloretos (mg/l)	1,92 (mg/l)
Sólidos totais (mg/l)	36,03 (mg/l)
Sólidos totais dissolvidos (mg/l)	23,66 (mg/l)
Sólidos em suspensão (mg/l)	12,35 (mg/l)
Silicato (mg/l)	0,8 (mg/l)
Material húmico (mg/l)	8,81 (mg/l)

5 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DENTRO DOS PADRÕES BRASILEIROS

As águas doces no Brasil, segundo seus usos preponderantes, são classificadas em cinco classes de acordo com a Resolução nº 20 - Artigo 1º, de 18 de junho de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA:

I - Classe Especial - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - Classe 1 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

III - Classe 2 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

IV - Classe 3 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à dessedentação de animais.

V - Classe 4 - águas destinadas:

- a) à navegação;
- b) à harmonia paisagística;
- c) aos usos menos exigentes.

De acordo ainda com esta Resolução, o artigo 20 estabelece que os órgãos competentes enquadrarão as águas e estabelecerão programas de controle de poluição para a efetivação dos respectivos enquadramentos e, complementa na letra "f", "que enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2".

Apresenta-se a seguir o quadro comparativo entre os limites ou condições contidas na Resolução nº 20 para águas de classe 2 e os valores para os mesmos parâmetros físico-químicos do rio Uatumã (Quadro II).

Os parâmetros que excederam os limites constituem uma característica natural de alguns rios da Amazônia (por exemplo, o rio Negro) não comprometendo portanto a qualidade de água do rio Uatumã para atender aos fins a que se destinam as águas de classe 2.

QUADRO II

PARÂMETROS	LIMITES RES: Nº 20 CONAMA-CLASSE 2	RIO UATUMÃ
Alumínio	0,1 mg/l Al	0,007 mg/l Al
Amônia não-ionizável	0,02 mg/l NH ₃	0,029 mg/l NH ₃
Cloretos	250 mg/l Cl	1,930 mg/l Cl
Cobre	0,02 mg/l Cu	0,005 mg/l Cu
Ferro solúvel	0,3 mg/l Fe	0,170 mg/l Fe
Fluoretos	1,4 mg/l F	0,000 mg/l F
Fosfato total	0,025 mg/l P	0,017 mg/l P
Manganês	0,1 mg/l Mn	0,002 mg/l Mn
Mercurio	0,0002 mg/l Hg	0,000 mg/l Hg
Nitrato	10 mg/l N	0,180 mg/l N
Nitroto	1,0 mg/l N	0,004 mg/l N
Sol. dissolvidos tot.	500 mg/l	23,660 mg/l
Sulfatos	250 mg/l SO ₄	3,32 mg/l SO ₄
Sulfetos (como H ₂ S não-dissociados)	0,002 mg/l S	0,28 mg/l S
Zinco	0,18 mg/l Zn	0,0004 mg/l Zn
Cor	até 75 mg/ Pt/l	50 mg/ Pt/l
Turbidez	até 100 UNT	4,43 UNT
DBO ₅ a 20°C	até 5 mg/l O ₂	0,96 mg/l O ₂
OD	a 5 mg/l O ₂	5,39 mg/l O ₂
pH	6 - 9	4,1 - 6,8

6 - COMPARAÇÃO DO RIO UATUMÃ COM OUTROS RIOS DA BACIA AMAZÔNICA

Os rios da Amazônia de um modo geral podem ser diferenciados, em função de suas propriedades físico-químicas e principalmente pelo transporte de material sólido suspenso ou dissolvido, em três tipos de rios (Sioli, 1984; Schafer, 1985).

- 1 - ÁGUAS BRANCAS - rios de água com muita substância em suspensão, coloração marrom-amarelada, transparência (visibilidade no disco de Secchi) 0,10 a 0,50 m, pH entre 6,2 e 7,2, quimicamente uniformes e relativamente ricos em nutrientes - rios Amazonas, Solimões, Madeira, Purus, Juruá, e Jutai.
- 2 - ÁGUAS CLARAS - rios de água transparente, sem substâncias em suspensão e com coloração levemente esverdeada, transparência 1,10 a 4,30 m, pH 4,5 e 7,8 - rios Tapajós, Xingu e Tocantins.
- 3 - ÁGUAS PRETAS - rios de água transparente, sem substâncias sólidas em suspensão, com coloração marrom devido à presença de substâncias húmicas, transparência 1,30 a 2,90 m, pH entre 3,7 e 5,5 quimicamente uniformes e extremamente pobres em nutrientes - rios Negro, Curucu, Urubu e Tarumã-Mirim.

De acordo com essa classificação, o rio Uatumã teria suas características semelhantes ao grande grupo das águas pretas.

O valor de cor elevado (50 uH), observado em média ao longo do período de estudos do rio Uatumã, reforça a afirmação anterior uma vez que encontra-se dentro dos valores usuais para os rios de água preta.

A Figura 4 apresenta valores de alguns parâmetros químicos do rio Uatumã, em comparação com outros de água preta da Amazônia.

7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados obtidos indica que as características físico-químicas do rio Uatumã são peculiares e estão diretamente associadas com as condições climáticas e hidrogeoquímicas da região em que se encontra.

Tomando-se como base a média fluvial mundial, pode ser considerado como um ecossistema com pouca disponibilidade de nutrientes, baixas concentrações de metais alcalinos, pH relativamente ácido, temperatura da água elevada e baixa concentração de gases dissolvidos, especialmente oxigênio.

Apesar da legislação brasileira vigente (Resolução CONAMA 020/86) estabelecer uma série de parâmetros de qualidade da água, cujos limites e sua aplicabilidade não são completamente compatíveis com as características dos rios da Amazônia, pode-se afirmar que o rio Uatumã é considerado de Classe 2.

Sugere-se, finalmente, que sejam realizados estudos para escolha de indicadores de qualidade da água adequados à realidade regional (físico-químicos e biológicos).

8 - BIBLIOGRAFIA

- Brasil, DNPM - Projeto RADAMBRASIL - Folha SA Santarém . Geologia Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro 1976. (Levantamento de Recursos Naturais, Vol. 10 e Vol. 18).
- COLE, G.A., 1975 - Textbook of limnology . The C. V. Mosby Company, pp 283.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resoluções CONAMA nº 020/86 . Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - Brasília - DF, pp 72 - 89.
- Consórcio MONASA - ENGE-RIO - Diagnóstico Ambiental ELETRONORTE . (BAL-50 - 1001 - RE) Rio de Janeiro, fev/86, fev/87.
- Consórcio MONASA - ENGE-RIO - Caracterização Limnológica da Bacia do rio Uatumã . ELETRONORTE - (BAL-50-2008-MD) Rio de Janeiro, set/86.
- Consórcio MONASA - ENGE-RIO - Caracterização Limnológica da qualidade da Água do Rio Uatumã . ELETRONORTE - (BAL-50.23-RE). Rio de Janeiro, 1988.
- FURCH, K., 1984 - Water Chemistry of the Amazon Basin: The Distribution of Chemical Elements among Freshwaters . In: Sioli, H. The Amazon. Dr. W. Junk Publishers, Boston, V. 56 pp 167 - 199.
- JUNK, W. J., 1979 - Recursos Hídricos da Região Amazônica : Utilização e preservação . In: ACTA AMAZÔNICA Vol - 9, nº4.
- SIOLI, H., 1984 - The Amazon and its Main Affluents: Hydrogeography, Morphology of the River Courses, and River Types . In: Sioli, H. The Amazon. Dr. W. Junk Publishers, Boston, V. 56 pp 127 - 165.
- SCHAFFER, A., 1985 - Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais . Editora da Universidade. Porto Alegre, RS - pp 532.
- STUMM, W. and J. J. Morgan, 1976. Aquatic Chemistry, An Introduction Emphasizing Chemical Equilibria in Natural Waters . New York, Willey Interscience, pp 780.
- WETZEL, R. G., 1975. Limnology W. B. Saunders . Philadelphia, pp 743.

9 - AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à *ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.* e a *ENGE-RIO, Engenharia e Consultoria S/A* pelo apoio e permissão para realização deste trabalho.

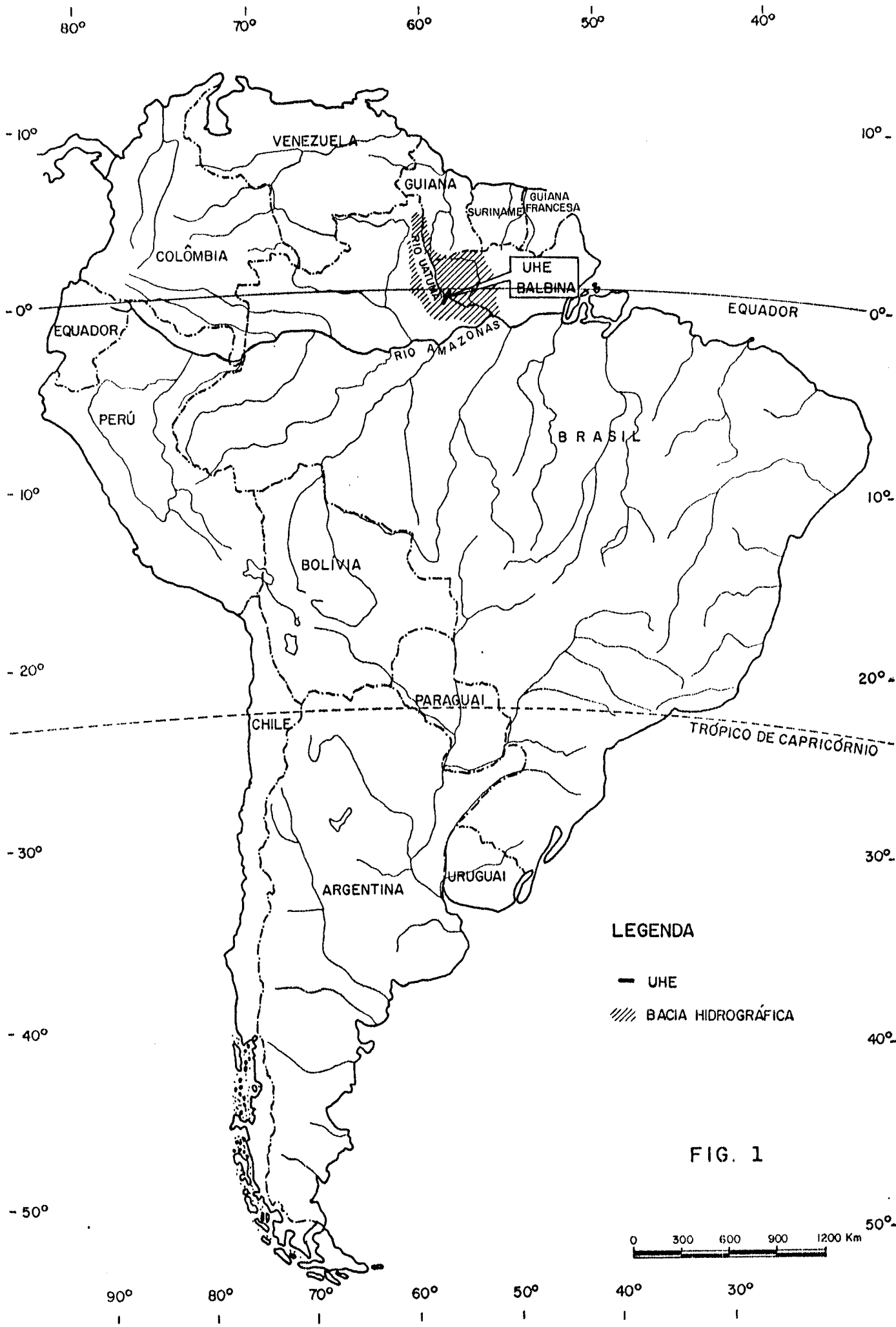
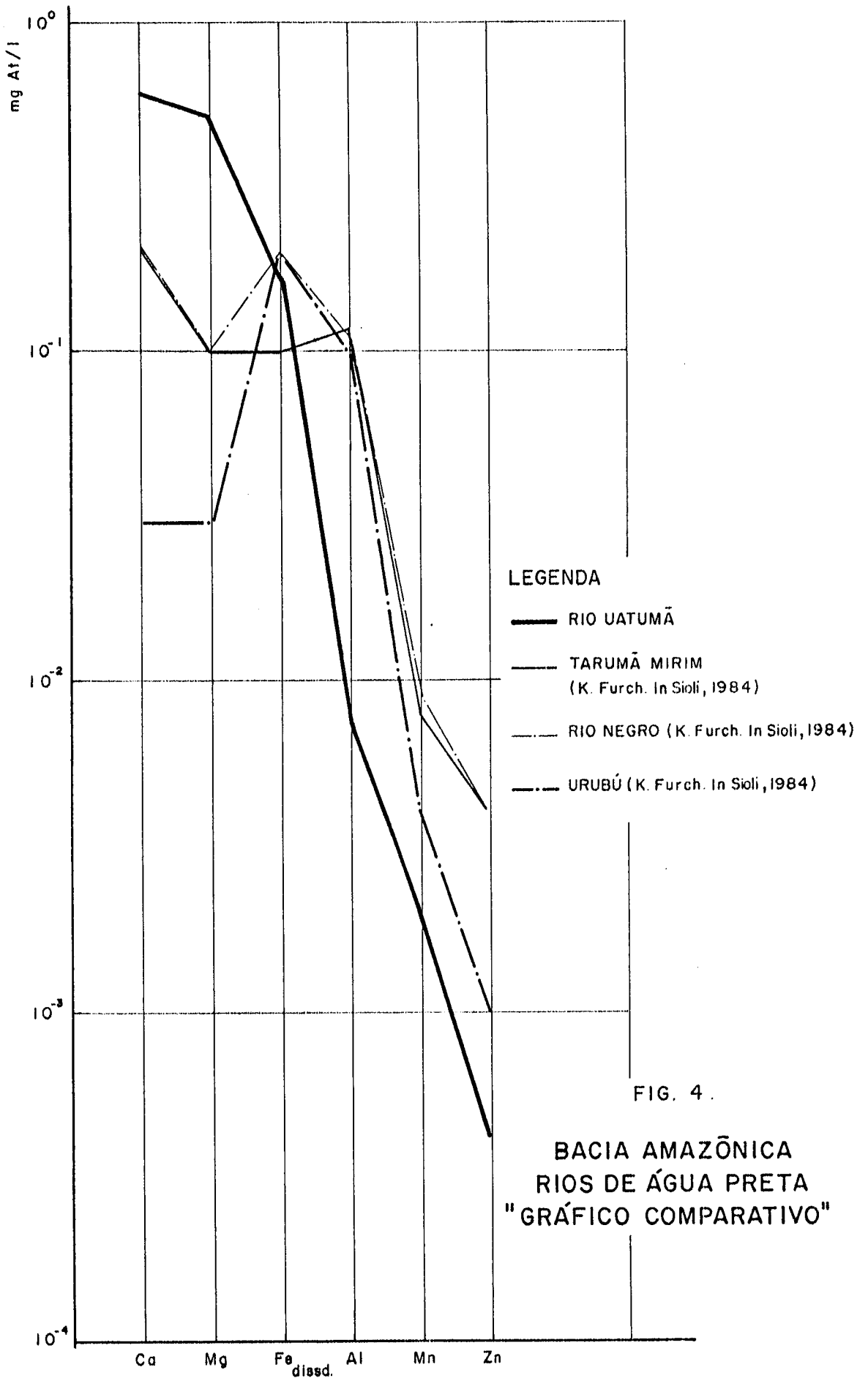


FIG. 1



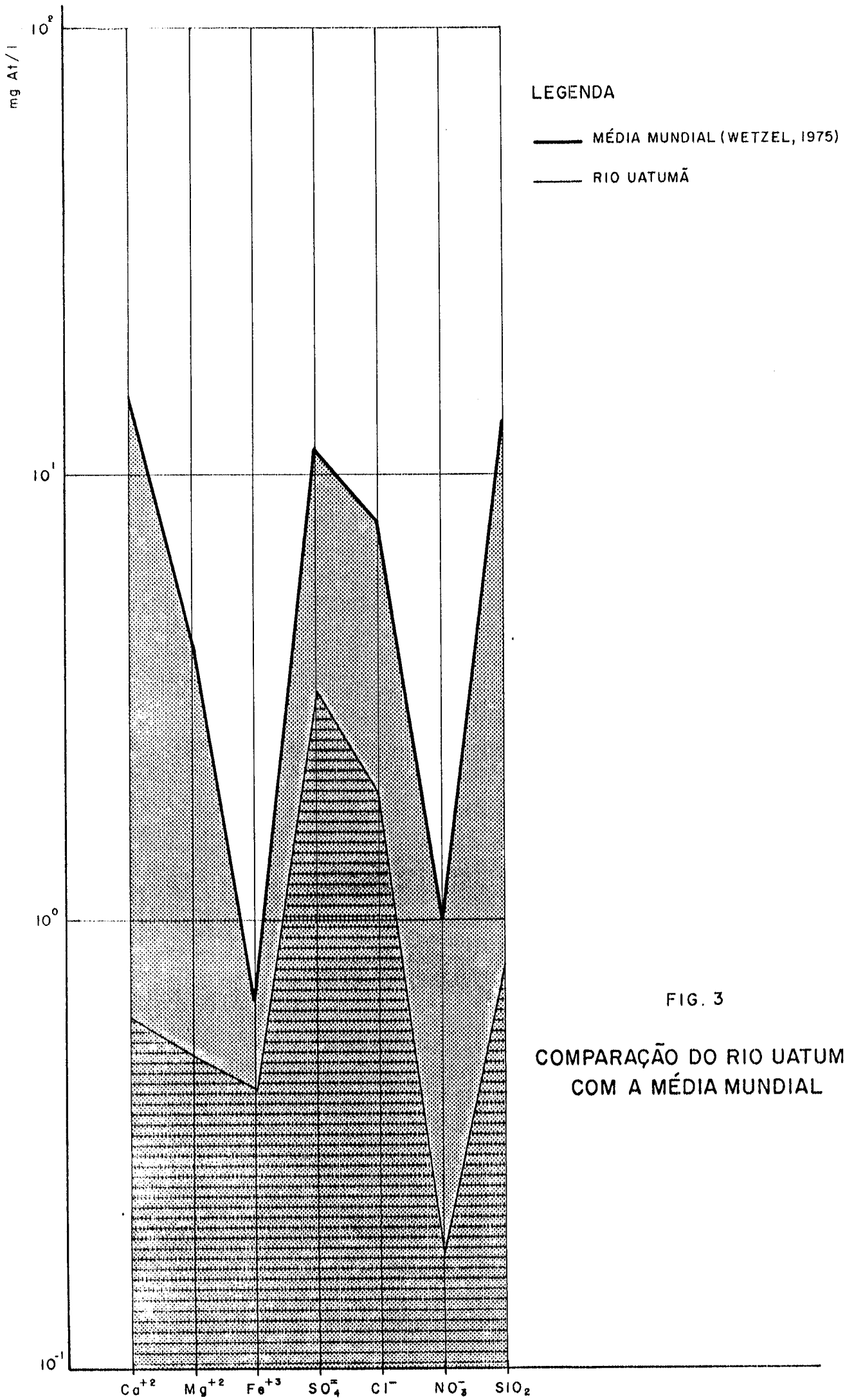
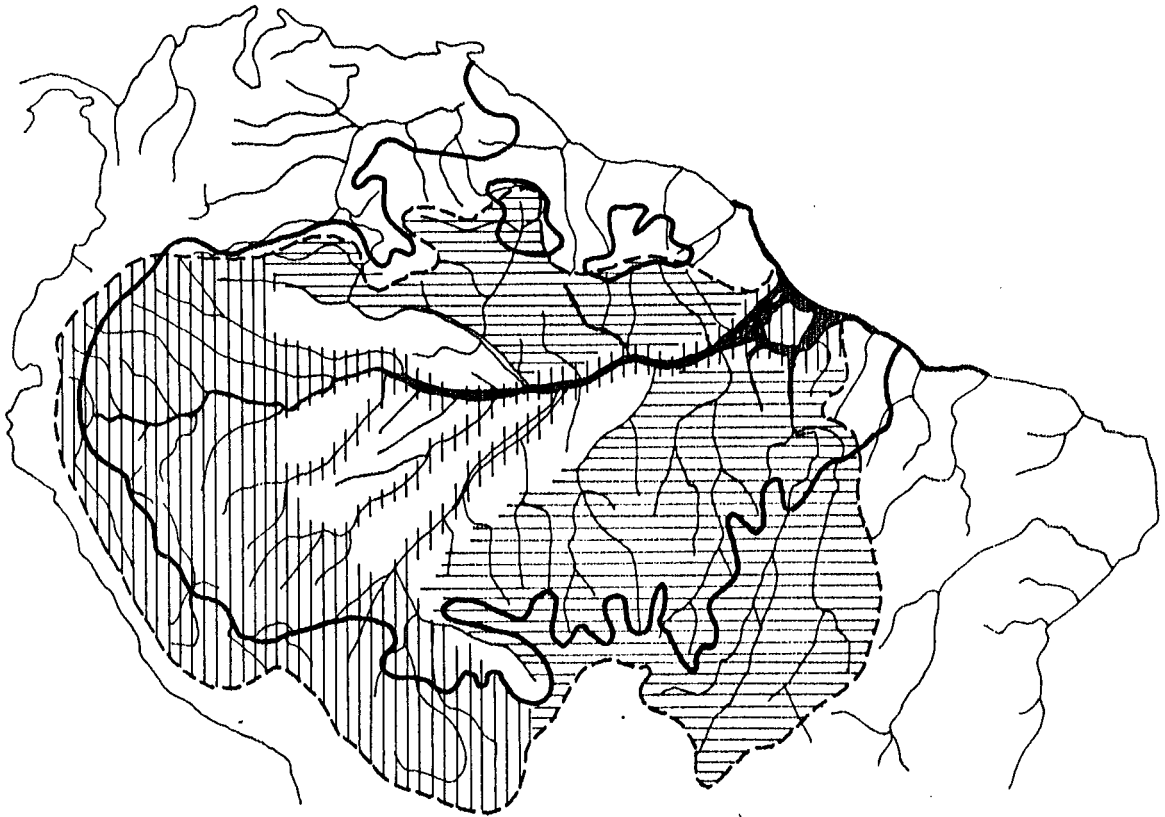



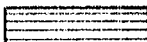
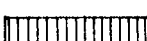


FIG. 3

COMPARAÇÃO DO RIO UATUMÃ
COM A MÉDIA MUNDIAL

FIGURA 2
DISTRIBUIÇÃO DE REGIÕES GEOQUÍMICAS NA BACIA DO AMAZONAS, SEGUNDO
FITTKAU (1981)



LEGENDA

-  AMAZÔNIA CENTRAL
-  REGIÃO PERIFÉRICA SUL/NORTE
-  REGIÃO PERIFÉRICA OESTE
-  LIMITE DA BACIA DO AMAZONAS
-  LIMITE DA HILÉIA