

Acta Limnol. Brasil.	Vol. II	911-930	1988
----------------------	---------	---------	------

**FLUXO DE NUTRIENTES EM ALGUNS RIOS DO ESTADO DE RONDÔNIA,
BACIA DO RIO MADEIRA**

MARTINELLI, L.A.*; FERREIRA, J.R.**; VICTÓRIA, R.L.*; MOR-
TATTI, J.*; FORSBERG, B.R.***; BONASSI, J.A.*; OLIVEIRA,
E.**** e TANCREDI, A.C.***

RESUMO

Foram calculadas as perdas de nutrientes Ca, Mg, K, Na e Si que ocorreram nas bacias de alguns rios do Estado de Rondônia. O processo foi observado em diferentes estágios das hidrógrafas. No período de cheia os fluxos de nutrientes e os fluxos de nutrientes por unidade de área foram mais elevados que no período de seca, mostrando existir diferenças entre bacias. De uma maneira geral o fluxo de nutriente por unidade de área mostrou-se mais acentuado na bacia do rio Jaru, decrescendo nas bacias dos rios Comemoração e Candeias. As bacias dos rios Pimenta Bueno, Jiparanã e Jamari aparecem em uma posição intermediária a estas.

Os fluxos de nutrientes por unidade de área das

* CENA/USP

** Instituto de Pesca - CPRN

*** INPA

**** Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DCRH

bacias dos rios estudados foram menores do que aqueles encontradas na bacia do rio Madeira e maiores que aqueles encontradas na bacia do rio Negro.

ABSTRACT - NUTRIENT FLUX IN SOME RIVERS OF THE STATE OF RONDÔNIA, BASIN OF THE RIO MADEIRA.

Losses of the nutrients Ca, Mg, K, Na e Si which occur due to erosion in some rivers of Rondônia State have been calculated. The process was observed in different stages of the hydrographs. Nutrient fluxes and nutrient fluxes per unit area were higher during the flood season than the dry season, indicating that there are some differences between basins. In general the nutrient fluxes per unit area were higher in the Jaru river basin, decreasing in the basins of Rivers Pimenta Bueno, Comemoração e Candeias. Rivers Jiparaná and Jamari have fluxes that are intermediate between the others.

Nutrient fluxes per unit area of the river basins studied were lower than those found in the basin of Madeira River and greater than in the basin of Negro River.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas um processo de ocupação intensiva vem ocorrendo no Estado de Rondônia, devido, principalmente, ao baixo custo de suas terras e a ocorrência de solos relativamente férteis. O principal polo de desenvolvimento do Estado evoluiu ao longo da rodovia BR-364, que corta o Estado no sentido SE-NW (Fig. 1), sendo característico nesta região a substituição da cobertura vegetal natural por ecossistemas agrícolas. Conseqüentemente, grandes áreas estão sendo desmatadas (FEARNSIDE, 1986) e num futuro próximo as condições naturais dos seus ecossistemas estarão altera-

das. Portanto, a caracterização destes ecossistemas ainda relativamente intactos torna-se imprescindível, tanto visando a máxima preservação dos mesmos como para o melhor aproveitamento de suas potencialidades agrícolas.

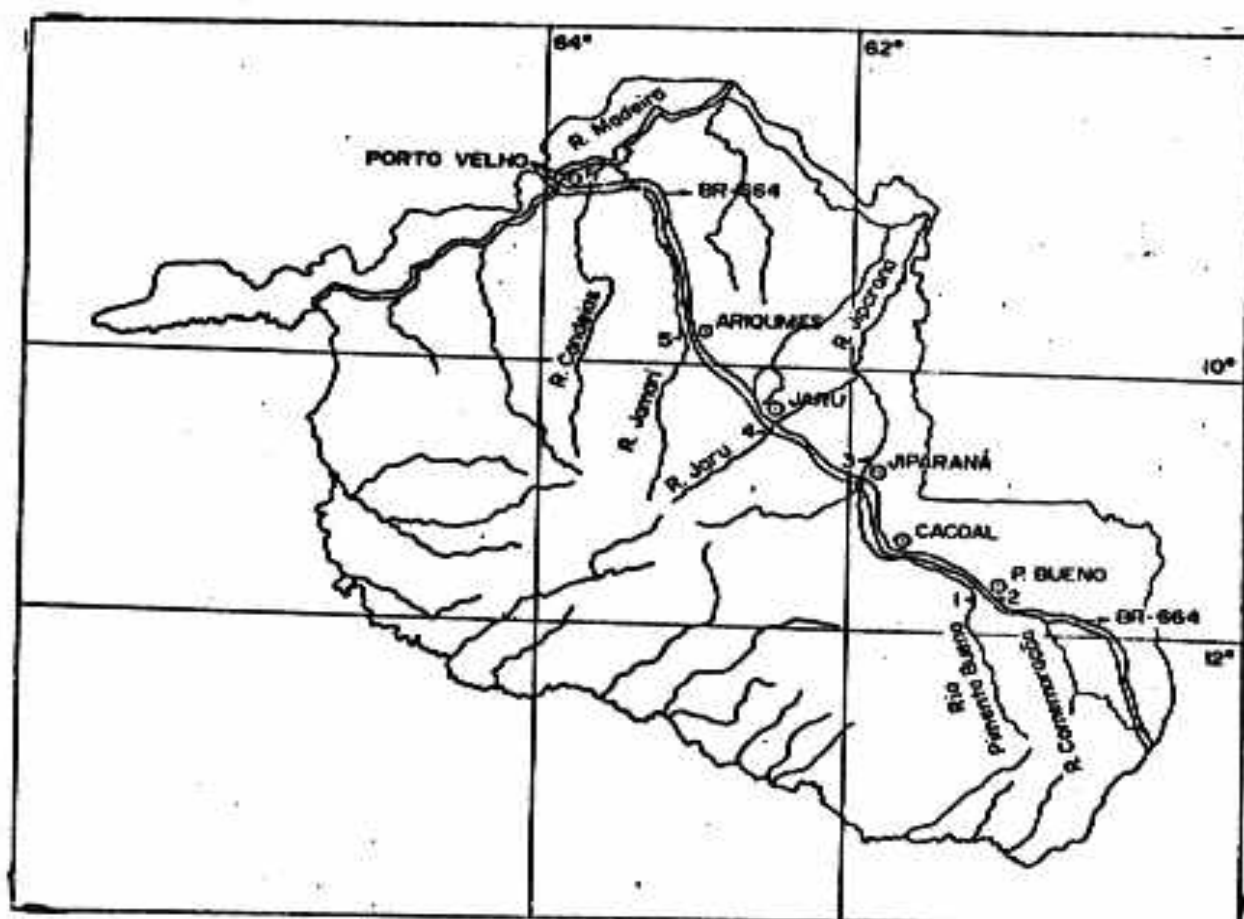


Figura 1 - Mapa do Estado de Rondônia, onde estão indicadas as principais cidades do Estado; os locais de coleta, representados por número e os rios da região.

Para tanto, no ano de 1983 foi iniciado o projeto POLONOROESTE, que tem como um de seus objetivos aquilatar as alterações do meio hídrico face a colonização intensiva da região. Neste contexto, a partir daquela data, foram realizadas amostragens em várias bacias visando caracterizar pre

liminarmente a composição química desta região (PESSENDA et al., 1986).

A proposta do presente trabalho é relacionar a concentração de alguns nutrientes com a descarga dos rios e obter através desta relação uma estimativa a longo prazo do fluxo final de nutrientes de algumas bacias do Estado de Rondônia. Acredita-se que a estimativa destes parâmetros seja básica para que futuras alterações na composição química do meio hídrico possam ser visualizadas.

ÁREA DE ESTUDO

Neste estudo, serão consideradas as áreas nas quais concentra-se a maior taxa de ocupação do Estado de Rondônia, ou seja, ao longo da rodovia BR-364 (Fig. 1). Assim, foram selecionadas seis bacias de drenagem dentre aquelas amostradas por PESSENDA et al. (1986), a saber: 1) Bacia do rio Pimenta Bueno; 2) Bacia do rio Comemoração (estes dois rios nascem na parte Sudoeste do Estado e juntos formam o rio Jiparanã (Fig. 1)); 3) Bacia do rio Jiparanã, ressalta-se que o trecho deste rio considerado no presente trabalho estende-se desde a sua formação pelos rios Pimenta Bueno e Comemoração até a cidade de Jiparanã onde foi amostrado (Fig. 1); 4) Bacia do rio Jaru, afluente da margem esquerda do rio Jiparanã, que drena a região central de Rondônia, amostrado em curso médio, próximo a rodovia BR-364 (Fig. 1); 5) Bacia do rio Jamari, amostrado no seu curso médio na cidade de Ariquemes (Fig. 1) e 6) Bacia do rio Candeias, amostrado próximo a sua junção ao rio Jamari no extremo norte do Estado (Fig. 1).

- Geologia

As bacias dos rios Pimenta Bueno e Comemoração são geologicamente semelhantes, ambas drenando arenitos flúvio-

lacustres e eólicos (Arenito da Fazenda Casa Branca) originados no Paleozóico. No terço final estes rios drenam a Formação Pimenta Bueno constituída principalmente de arenitos e folhelhos, também de origem paleozóica. O rio Pimenta Bueno é formado na região de domínio de basaltos (Basalto Anari), sendo esta a principal diferença geológica entre as duas bacias (Fig. 2).

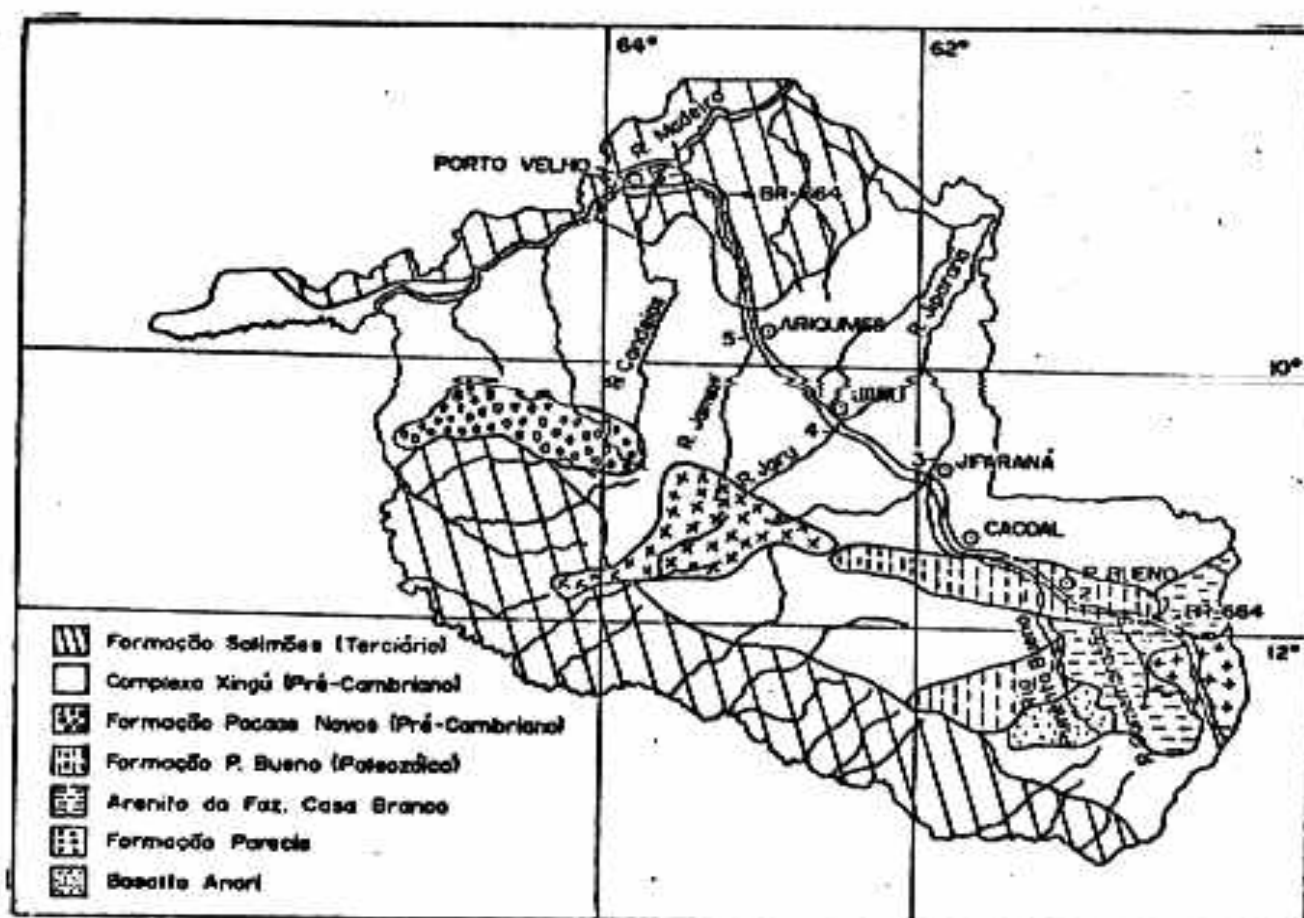


Figura 2 - Aspectos geológicos das principais bacias de drenagem do Estado de Rondônia.

O rio Jiparaná, drena no início de sua bacia a Formação Pimenta Bueno. Em seguida entra no domínio do Complexo Xingú, o qual tem uma litologia bastante variada, domi-

nando kinzigitos, anfibolitos, dioritos, granitos, gnaisses e migmatitos. Na região em que foi amostrado este rio percorre a formação granítica do Granito da Serra da Providência. Tanto este Granito como o Complexo Xingu tiveram sua origem na Era Pré-Cambriana.

As bacias dos rios Jaru e Jamari (no ponto amostrado) drenam exclusivamente rochas do Complexo Xingu já descrito anteriormente. Na bacia do rio Candeias, além da ocorrência do Complexo Xingu, no seu curso final ocorre a Formação Solimões, que foi formada no Terciário sendo composta por arenitos, siltitos e argilitos de origem fluvial (Fig. 2), RADAM (1978 e 1979).

- Solos

Na maior parte da bacia do rio Pimenta Bueno dominam solos Podzolicos Vermelho Amarelo Eutróficos. Somente no seu terço final ocorrem Cambissolos Eutróficos. Por outro lado, na bacia do rio Comemoração há predomínio de Areias Quartzozas Álicas; na parte final de seu curso constata-se a ocorrência de Cambissolos Eutróficos.

Na bacia do rio Jiparanã, na região em que foi amostrado, dominam dois tipos de solo. Na região inicial da bacia dominam Cambissolos Eutróficos e na região final Podzolicos Vermelho Amarelo Eutróficos.

Na bacia do rio Jaru dominam solos Podzólicos Vermelho Amarelo Eutróficos e em menor porcentagem o mesmo tipo de solo, porém distrófico. Na bacia do rio Jamari ocorrem principalmente solos Podzólicos Vermelho Amarelo Distróficos, muito embora haja ocorrência de solos Litolicos Distróficos e na região em que este rio foi amostrado, na cidade de Ariquemes, a predominância seja de Latossolos Vermelho Amarelo Álicos. Finalmente, para o rio Candeias, na parte inicial da bacia o predomínio é de solos Latossolos Vermelho Amarelo Distróficos e na região do baixo Candeias a principal ocorrência é de Latossolos Amarelo Álicos.

na porção Sudeste do Estado de Rondônia a taxa de aumento da área desmatada é de 100% ao ano. Por outro lado, as autoridades governamentais estimaram que até 1983 aproximadamente 6% da cobertura vegetal natural havia sido retirada, sendo que em 1980 esta estimativa era de apenas 3% (IBDF, 1983). Entretanto em algumas áreas nas quais as autoridades governamentais realizaram projetos de assentamento como na cidade de Cacoal, localizada na região SE do Estado junto a rodovia BR-364, a área desmatada de 1973 a 1980 aumentou de 6 para 44% (FEARNSIDE, 1986).

- Clima

A região em estudo possui um regime pluviométrico de características continentais, clima quente, com estação chuvosa no verão (outubro a março) e acentuada seca no inverno (abril a setembro). As temperaturas são bastante elevadas, com média anual em torno de 29°C. De acordo com a classificação de Köppen, a região é caracterizada pelo tipo climático Amazônico, correspondente às florestas tropicais com chuvas tipo monção. A oeste ocorrem as menores taxas de precipitação, em média 1750 mm/ano e a leste a taxa aumenta atingindo cerca de 2750 mm/ano. A umidade relativa média da região é da ordem de 80 a 85% (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1980).

MATERIAL E MÉTODOS

Os pontos de amostragem encontram-se na Fig. 1.

As amostras foram coletadas na superfície e no meio do canal em cinco períodos distintos, que correspondem a diferentes estágios das hidrógrafas dos rios considerados (Tab. 1). Imediatamente após a coleta as amostras de água foram filtradas em filtros Millipore de 0,45 µm de diâmetro e preservadas com HNO₃ concentrado.

Tabela 1 - Épocas de coleta e estágio das hidrógrafas dos rios das bacias dos rios Jamari e Jiparanã.

Excursão	Data	Estágio da Hidrógrafa	
		Bacia do Jamari	Bacia do Jiparanã
1	abril/1983	Cheia-descendente	Cheia-descendente
2	julho/1983	Seca-descendente	Seca-descendente
3	janeiro/1984	Cheia-ascendente	Cheia-ascendente
4	outubro/1984	Seca-ascendente	Seca-ascendente
5	agosto/1985	Seca-descendente	Seca-descendente

Os parâmetros determinados foram Ca, Mg, K, Na e Si. O método de coleta, preparo das amostras e metodologia analítica utilizada encontram-se detalhados em PESSENDA et al. (1986). Os fluxos de nutrientes, relacionaram-se diretamente à descarga. Portanto, foi possível a obtenção de equações que relacionassem estes dois parâmetros. Com estas equações e com as descargas médias mensais fornecidas pela rede de coleta do DNAEE pode-se estimar o fluxo de nutrientes em alguns rios para períodos não incluídos nas amostragens deste trabalho. O quociente destes fluxos pela área da bacia fornece o fluxo de nutrientes por unidade de área da bacia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variação do fluxo de nutrientes em função da hidrógrafa

A variação sazonal do fluxo de nutrientes segue a mesma tendência da hidrógrafa, ou seja, os menores fluxos foram observados na seca e os maiores na cheia. Como exemplo, a Fig. 4 mostra o fluxo de cálcio do rio Pimenta Bueno calculado para o período de junho de 1980 a dezembro de 1983.

A equação que exprime esta relação encontra-se na Tab. 2. Invariavelmente, o fluxo de nutrientes e a descarga relacionam-se através de equações lineares que, de uma maneira geral, apresentaram coeficientes de correlação elevados (Tab. 2). Este mesmo comportamento foi observado em outras regiões, sob diferentes condições de clima, geologia e cobertura vegetal (BRINKMANN, 1983; OBORNE et al., 1980; BIKSHAMAIAH & SUBRAMANIAN, 1980).

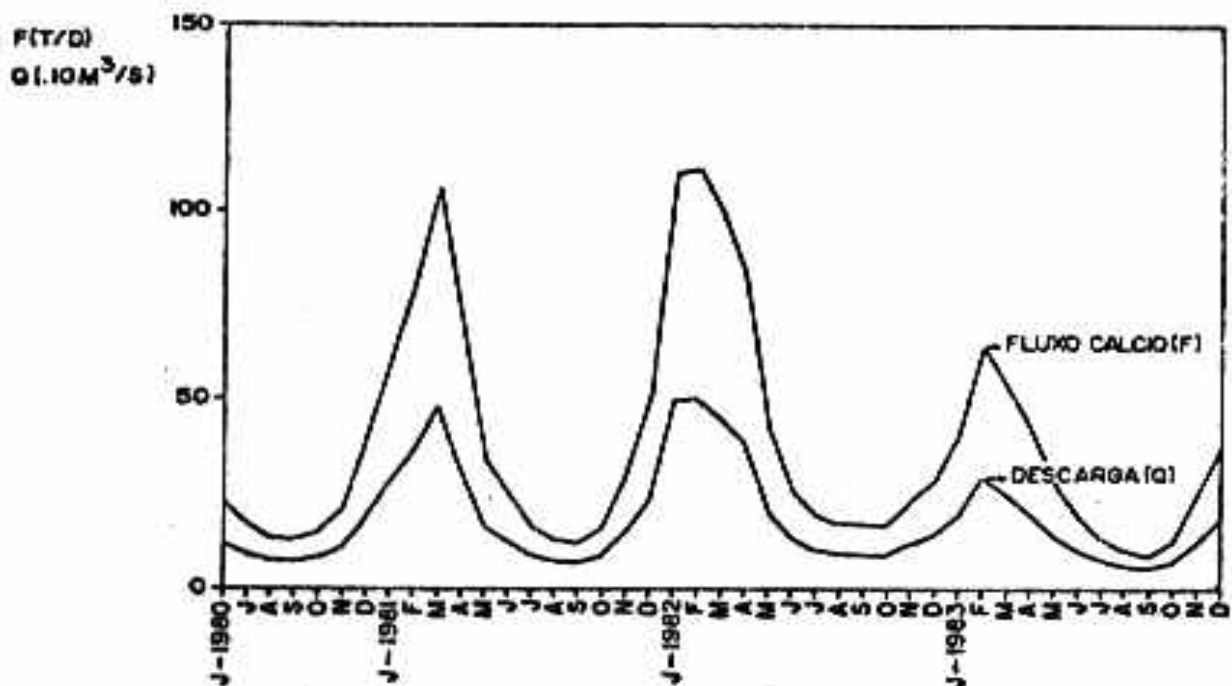


Figura 4 - Variação do fluxo de cálcio e da descarga do rio Pimenta Bueno no período de julho de 1980 a dezembro de 1983.

Infelizmente não há uma caracterização química da água de chuva para a região de Rondônia não podendo, portanto, ser quantificada sua contribuição. No entanto, baseando-

Tabela 2 - Equações relacionando fluxo de nutrientes (y) e descarga (x), coeficiente de correlação (r^2) das equações, a descarga média (m^3/s) para o período (anos), fluxo de nutrientes (t/d) e fluxo por unidade de área ($kg/d.km^2$) para as bacias dos rios amostrados no Estado de Rondônia.

Elemento	Reta	r	Q	Período	Fluxo	Fluxo/Área
RIO PIMENTA BUENO						
Ca	$y = -3.93 + 0.23x$	1.00	202	80-83	42.5	3.4
Mg	$y = 1.36 + 0.09x$	0.94	202	80-83	19.5	1.6
K	$y = -6.03 + 0.17x$	0.96	202	80-83	28.3	2.3
Na	$y = -1.76 + 0.09x$	0.97	202	80-83	16.4	1.3
TZ+	$y = -13.3 + 0.60x$	1.00	202	80-83	107.9	8.7
Si	$y = -5.95 + 0.64x$	0.98	202	80-83	123.3	10.0
RIO COMEMORAÇÃO						
Ca	$y = -7.77 + 0.15x$	0.73	100	80-83	7.2	1.7
Mg	$y = -3.65 + 0.08x$	0.77	100	80-83	4.4	1.0
K	$y = -3.82 + 0.12x$	0.82	100	80-83	8.2	1.9
Na	$y = -4.80 + 0.10x$	0.65	100	80-83	5.2	1.2
TZ+	$y = -20.1 + 0.43x$	0.75	100	80-83	22.9	5.4
Si	$y = 2.40 + 0.35x$	0.97	100	80-83	37.4	8.8
RIO JIPARANA						
Ca	$y = -9.00 + 0.20x$	1.00	666	78-83	124.2	3.8
Mg	$y = 22.8 + 0.08x$	0.65	666	78-83	30.5	0.9
K	$y = -1.06 + 0.12x$	0.85	666	78-83	78.9	2.4
Na	$y = -16.9 + 0.20x$	0.69	666	78-83	116.3	3.5
TZ+	$y = -4.18 + 0.59x$	0.97	666	78-83	388.8	11.8
Si	$y = -1.68 + 0.64x$	1.00	666	78-83	424.6	12.9
RIO JARU						
Ca	$y = 0.73 + 0.32x$	1.00	82	81-83	27.0	6.1
Mg	$y = 0.50 + 0.13x$	1.00	82	81-83	11.2	2.5
K	$y = -0.02 + 0.20x$	0.99	82	81-83	16.4	3.7
Na	$y = 0.27 + 0.22x$	1.00	82	81-83	18.3	4.2
TZ+	$y = 1.49 + 0.88x$	1.00	82	81-83	73.7	16.7
Si	$y = 0.89 + 0.93x$	1.00	82	81-83	77.2	17.5
RIO JAMARI						
Ca	$y = -4.88 + 0.15x$	0.94	170	70-83	20.6	2.8
Mg	$y = 1.20 + 0.05x$	1.00	170	70-83	9.7	1.3
K	$y = -1.59 + 0.16x$	1.00	170	70-83	28.8	3.9
Na	$y = 2.15 + 0.14x$	0.99	170	70-83	26.0	3.6
TZ+	$y = 3.53 + 0.47x$	0.90	170	70-83	83.4	11.4
RIO CANDEIAS						
Ca	$y = 1.35 + 0.04x$	0.99	323	76-83	14.3	1.1
Mg	$y = 1.27 + 0.01x$	0.99	323	76-83	4.5	0.4
K	$y = 2.47 + 0.06x$	0.99	323	76-83	21.9	1.7
Na	$y = -3.43 + 0.08x$	0.99	323	76-83	22.4	1.8
TZ+	$y = 1.69 + 0.20x$	0.99	323	76-83	66.3	5.2
Si	$y = -1.20 + 0.29x$	0.99	323	76-83	92.5	7.3

se nos resultados obtidos por STALLARD & EDMOND (1981), a contribuição da água de chuva no fornecimento de nutrientes parece restringir-se a cloro e sódio. Este mesmo comportamento foi verificado por FORSTER (1979) estudando parte do litoral da Inglaterra. FLINN et al. (1979) não constataram ser significativa a contribuição de Na e Cl presente na precipitação em pequenas bacias da Austrália. Todavia, é importante que a qualidade da água de precipitação nesta região passe a ser monitorada, pois, como evidenciado por STALLARD & EDMOND (1981) a origem dos elementos cálcio e potássio não é marinha, mas sim terrestre (poeira do solo, queima da vegetação e desmatamento). Portanto, as atividades agropecuárias ora em expansão no Estado de Rondônia podem vir a aumentar o aporte de nutrientes via atmosfera. Assim, não foi possível constatar que proporção da contribuição de nutrientes foi de origem cíclica ou terrestre, muito embora os resultados obtidos até agora indiquem haver uma baixa contribuição de sais via atmosfera (FRANKEN et al., 1985; BRINKMANN & SANTOS, 1973), sendo as exceções cloro e sódio. Há que se salientar que em alguns casos esta contribuição pode ser significativa (> 50%) como demonstraram os trabalhos de LIKENS et al. (1977) e CRYER (1976).

Outra possível fonte de nutrientes seria a ressuspensão de sedimento depositado no leito em determinados estágios do ciclo hidrológico e posterior liberação para a fase dissolvida, de elementos adsorvidos a estes sedimentos. No entanto, apesar de ainda não quantificada, esta contribuição deve ser pequena quando comparada a contribuição terrestre. A quantidade de sedimento em suspensão nestes rios é pequena mesmo durante os períodos de cheia, não sendo notada uma mudança expressiva da coloração destes rios durante este período.

Portanto, possivelmente, a maior quantidade de material dissolvido por unidade de área na época de cheia tenha origem predominantemente terrestre, ou seja, são produtos do intemperismo que ocorrem dentro de cada bacia, os

quais com o aumento da precipitação e conseqüentemente do escoamento superficial são produzidos e carregados com maior intensidade para os rios.

Fluxo de nutrientes nas diferentes bacias hidrográficas

O maior fluxo de $TZ+^*$ por unidade de área foi observado na bacia do rio Jaru. As bacias dos rios Comemoração e Candeias tiveram os menores fluxos de $TZ+$ por unidade de área. As bacias dos rios Pimenta Bueno, Jiparanã e Jamari tiveram fluxos de $TZ+$ por unidade de área variando entre estes dois extremos (Fig. 5). O fluxo de Silica por unidade de área nas diferentes bacias seguiu a mesma tendência, inclusive com ordens de grandeza semelhantes (Fig. 5). Quando são considerados os fluxos por unidade de área de cada cátion básico, emergem algumas diferenças entre as diferentes bacias. A bacia do rio Pimenta Bueno teve fluxos de cálcio e magnésio por unidade de área relativamente elevados, provavelmente devido a ocorrência de formações basálticas na região de sua formação (Fig. 2). Entretanto os maiores fluxos ainda ocorrem na bacia do rio Jaru (Fig. 5). A bacia do rio Candeias teve sempre os menores fluxos por unidade de área, com exceção do fluxo de sódio por unidade de área nesta bacia, que foi mais elevado que os fluxos das bacias dos rios Pimenta Bueno e Comemoração (Fig. 5). Considerando-se o fluxo de potássio por unidade de área, este foi maior na bacia do rio Jamari e não na bacia do rio Jaru como ocorreu para os outros cátions (Fig. 5).

Visando-se comparar o fluxo de nutrientes por unidade de área entre os rios da região de Rondônia com outros rios da região Amazônica foram determinados os fluxos do rio

* $TZ+ = Ca + Mg + Na + K$ (Somatório da concentração dos cátions básicos - van RAIJ, 1981).

Madeira, que é o canal principal da bacia em estudo e o principal tributário de água-doce do rio Amazonas, e os fluxos do rio Negro, maior tributário de água-preta do rio Amazonas (Tab. 3).

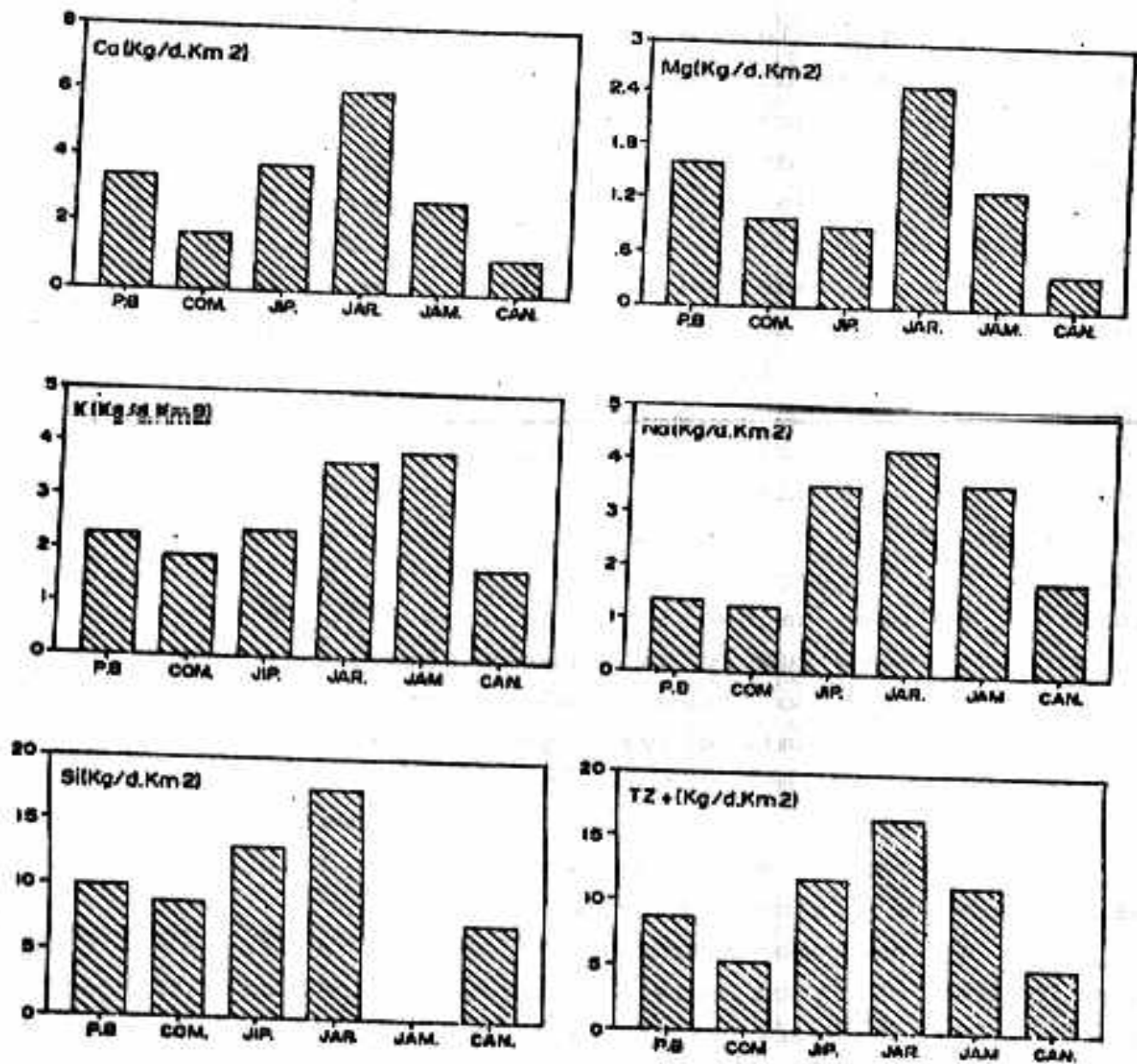


Figura 5 - Comparação entre os fluxos de nutrientes por unidade de área das bacias hidrográficas dos rios Pimenta Bueno (PB), Comemoção (COM.), Jiparanã (JIP.), Jarú (JAR.), Jamari (JAM.) e Candeias (CAN.).

Tabela 3 - Equações relacionando fluxo de nutrientes (y) e descarga (x), coeficiente de correlação (r^2) das equações, descarga média (m^3/s) para o período (anos), fluxo ($\times 10^3 t/d$) e fluxo por unidade de área ($kg/d.km^2$) para as bacias dos rios Madeira e Negro, ambos amostrados próximo a foz.

Elemento	Reta	r	Q	Período	Fluxo	Fluxo/Área
RIO MADEIRA						
Ca	$y = 3.15 + 0.35x$	0.92	28060	82-84	13.0	9.5
Mg	$y = 0.70 + 0.13x$	0.93	28060	82-84	4.4	3.2
K	$y = 0.57 + 0.10x$	0.73	28060	82-84	3.4	2.5
Na	$y = 1.07 + 0.17x$	0.92	28060	82-84	5.8	4.3
RIO NEGRO						
Ca	$y = 0.29 + 0.04x$	0.85	15753	82-84	0.3	0.8
Mg	$y = 0.02 + 0.01x$	0.93	15753	82-84	0.2	0.3
K	$y = 0.31 + 0.04x$	0.89	15753	82-84	0.3	0.6
Na	$y = 0.31 + 0.05x$	0.88	15753	82-84	0.5	0.8

O fluxo de nutrientes na bacia do rio Madeira foi, de um modo geral, maior que os fluxos de nutrientes por unidade de área observados nas bacias do Estado de Rondônia (Fig. 6). Somente o fluxo de sódio por unidade de área no rio Jaru foi maior que o do rio Madeira. A bacia deste último, além de englobar as bacias amostradas neste estudo, drena uma vasta área da região Andina. Esta região, geologicamente recente e de relevo bastante acentuado, fornece uma maior quantidade de nutrientes em comparação ao embasamento cristalino Pré-Cambriano, onde tem origem os rios da região de Rondônia. Por outro lado, o fluxo de nutrientes na bacia do rio Negro foi menor que os observados nas bacias do Estado de Rondônia, muito embora tanto as bacias dos rios de

Rondônia como a bacia do rio Negro, drenem os escudos cristalinos Pré-Cambrianos do Norte e do Sul, respectivamente. No entanto, não existem ainda subsídios suficientes para afirmar que os maiores fluxos de nutrientes por área da bacia observados nos rios de Rondônia em relação ao rio Negro sejam efeitos de ações antropogênicas.

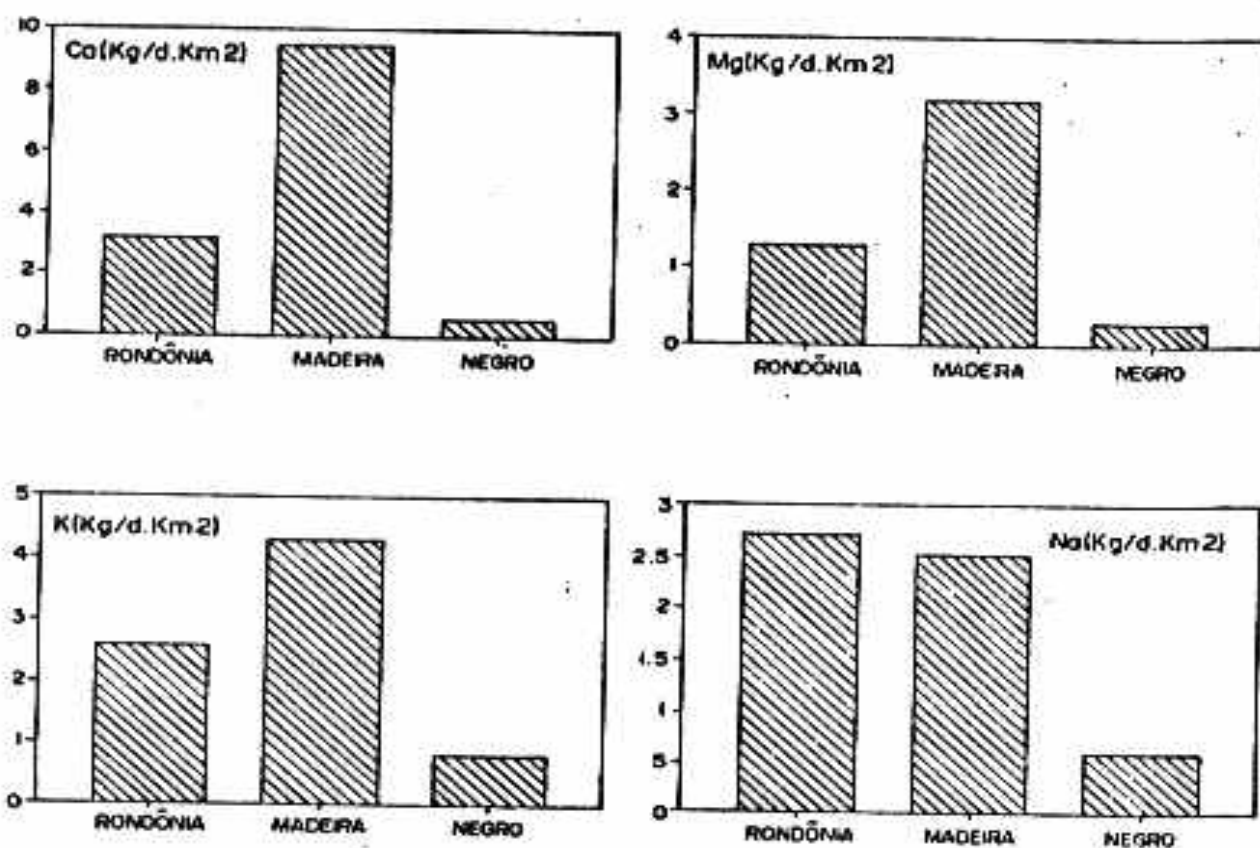


Figura 6 - Comparação entre os fluxos de nutrientes por unidade de área das bacias hidrográficas dos rios Madeira, Negro e a média dos fluxos de nutrientes por unidade de área das bacias hidrográficas dos rios amostrados no Estado de Rondônia.

Na bacia Amazônica, as características químicas de seus rios são determinadas pela geologia e regime de erosão dominante nas bacias de drenagem (GIBBS, 1965; STALLARD &

EDMOND, 1983). Portanto, é válido pensar que domine o mesmo tipo de controle nos rios da região de Rondônia. De fato, os rios desta região, de uma maneira geral, são caracterizados por serem pobres em nutrientes dissolvidos e em sedimentos, de acordo com a pobreza em nutrientes das formações geológicas de suas bacias de drenagem, onde destacam-se o embasamento cristalino (Escudo Brasileiro) e alguns tipos de arenitos. O mesmo tipo de rocha ocorre nas bacias dos rios Tapajós e Xingu ao Sul e rio Negro ao Norte, todos estes rios são caracterizados pela pobreza de nutrientes e sedimentos em suas águas. No entanto, apesar da semelhança geológica de suas bacias, os fluxos de nutrientes por unidade de área nos rios de Rondônia foram distintos, destacando-se os fluxos elevados na bacia do rio Jaru, onde a área desmatada é significativa. O oposto ocorre na bacia do rio Candeias, onde a área desmatada é bem menor, apesar da geologia semelhante entre as duas. Queremos no entanto ressaltar que, devido a ausência de dados anteriores, não é possível discernir se estas diferenças se devem a ação antropogênica ou a um fato natural. Todavia, considerando-se uma mesoescala, a geologia da região não se alterará, mas os efeitos do desmatamento nos rios da região tendem a aumentar. Portanto, por serem os primeiros, os fluxos de nutrientes por unidade de área estimados neste trabalho, deverão ser encarados como relativos a um ecossistema tropical ainda não muito alterado, e constituem-se num banco básico de dados para futuras comparações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIKSHAMAIHAH, G. & SUBRAMANIAN, J. Chemical and sediment mass transfer in the Godavari river basin in India. *J. Hydrol.*, Amsterdam, 46: 331-42, 1980.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. *Aptidão agrícola das*

terras de Rondônia. Brasília, 1980. p. 79.

BRINKMANN, W.L.F. & SANTOS, A. Natural waters in Amazônia. IV. Soluble calcium properties. *Acta Amas.*, Manaus, 3: 33-40, 1973.

BRINKMANN, W.L.F. Dissolved and suspended loads of the regulated River Nidda in the Rhine-Main area. In: *Proceedings of the Hamburg Symposium*, Hamburg, 1983. (IAHS, 141)

CRYER, R. The significance and variations of atmospheric nutrient inputs in a small catchment system. *J. Hydrol.* Amsterdam, 29: 121-37, 1976.

FEARNSIDE, P.M. Spatial concentration of deforestation in the Brazilian Amazon. *Ambio*, Oxford, 15: 74-81, 1986.

FLINN, D.W.; BREN, L.J.; HOPMANS, P. Soluble nutrient inputs from rain and outputs in stream water from small forested catchments. *Aust. For.*, Melbourne, 42: 39-49, 1979.

FORSTER, I.D.L. Chemistry of bulk precipitation throughfall soil and stream water in a small catchment in Devon, England. *Catena*, Braunschweig, 6: 145-55, 1979.

FRANKEN, W.; LEOPOLDO, P.R.; BERGAMIN Fº, H. Fluxo de nutrientes de águas naturais em floresta de terra firme na Amazônia Central. In: *Workshop on Biogeochemistry of Tropical Rain Forests Problems for Research*. Piracicaba, CENA/USP, 1985.

GIBBS, J.R. *The geochemistry of the Amazon basin*. San Diego, University of California, 1965. 95p. (Doutorado)

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA FLORESTAL (IBDF). *Desenvolvimento Florestal no Brasil, PHUD/FAO/BRA 82/008*. Brasília, Ministério da Agricultura, 1983. (Folha Informativa, 5)

- KUHLMANN, E. Vegetação. In: _____ *Geografia do Brasil - Região Norte*. Rio de Janeiro, IBGE, 1977. p. 59-90.
- LIKENS, G.E.; BORMANN, F.H.; PIERCE, R.S.; EATON, J.S.; JOHNSON, N.M. In: _____ *Biogeochemistry of a Forested Ecosystem*. New York, Springer-Verlag, 1977. p. 135.
- OBORNE, A.C.; BROOKER, M.P.; EDWARDS, R.W. The chemistry of the river Wye. *J. Hidrol.*, Amsterdam, 45: 233-52, 1980.
- PESSENDA, L.C.R.; FERREIRA, J.R.; TANCREDI, A.C.N.; MARTINELLI, L.A.; MORTATTI, J. Características químicas das águas de alguns rios da bacia Amazônica. *Acta Limnol. Bras.*, São Carlos, 1: 179-99, 1986.
- PROJETO RADAM-BRASIL. *Folha SC-20 Porto Velho*. Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia, 1978. 663p. (Levantamentos de Recursos Naturais; 18)
- _____. *Folha SD-20 Guaporé*. Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia, 1979. 364p. (Levantamento de Recursos Naturais, 19)
- STALLARD, R.F. & EDMOND, J.M. Geochemistry of the Amazon. I. Precipitation chemistry and the marine contribution to dissolved load at the time of peak discharge. *J. Geoph. Res.*, Washington, 88: 9344-9858, 1981.
- _____. Geochemistry of the Amazon. II. The influence of Geology and Weathering environment of the dissolved load. *J. Geoph. Res.*, Washington, 88: 8671-88, 1983.

ENDEREÇO DOS AUTORES

MARTINELLI, L.A.; VICTORIA, R.L.; MORTATTI, J. e BONASSI, J.A.
 Centro de Energia Nuclear na Agricultura
 Av. Centenário, 303

Caixa Postal, 96
13400 Piracicaba - SP

FERREIRA, J.R.
Instituto de Pesca - CPRN - Secretaria da Agricultura
Av. Francisco Matarazzo, 455
05001 São Paulo - SP

FORSBERG, B.R. e TANCREDI, A.C.
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Caixa Postal, 478
69000 Manaus - AM

OLIVEIRA, E.
Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DCRH
SRTVS, Palácio do Rádio, Bloco 1 3º andar
70000 Brasília - DF