

CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DA BACIA DO RIO MANSO-CUIABÁ, MATO GROSSO

NETO, M.S.S*.; ALVES, R*.; FIGUEIREDO, A.C.**; HINO, K.***

*Departamento de Meio Ambiente
Sondotécnica S.A.
Largo dos Leões, 15 - Humaitá
20.000 - Rio de Janeiro, RJ

**Divisão de Meio Ambiente Aquático
Departamento de Estudos de Efeitos Ambientais
Eletronorte
Edifício Venâncio 3000 - Bloco "B", sala 1014
70.000 - Brasília, DF

*** *in memoriam*

RESUMO: Caracterização hidrogeoquímica da bacia do Rio Manso-Cuiabá, Mato Grosso. Com o objetivo de caracterizar limnologicamente a bacia do rio Manso-Cuiabá (MT), foram estabelecidas 19 estações de coleta neste rio e em seus principais afluentes (rios Casca, Cuiabazinho, Quilombo, Roncador e Palmeiras), durante o período compreendido entre abril/86 e jun/89, abrangendo diferentes etapas do ciclo hidrológico (períodos de seca, enchente, cheia e vazante). A abordagem utilizada no presente trabalho consistiu na utilização de determinados parâmetros (pH, condutividade elétrica, cálcio, magnésio, sódio e potássio) como indicadores das interações geoquímicas existentes entre as diferentes sub-bacias estudadas. Os resultados indicaram uma diferenciação iônica entre os rios, sugerindo uma influência das diferentes formações geológicas sobre a composição química de suas águas. O rio Manso-Cuiabá mostrou uma variação espacial provocada pela confluência de seus afluentes, os rios Casca e Cuiabazinho, que refletem suas diferenças geológicas e de regime hidrológico. A variação existente no rio Casca está provavelmente relacionada à diferenciação geológica dentro de sua bacia. O rio Manso-Cuiabá mostrou uma sazonalidade mais pronunciada que o rio Casca, podendo estar relacionada a uma maior flutuação do nível de suas águas.

ABSTRACT: Hydrogeochemistry of Manso-Cuiabá river system, Mato Grosso. In order to study the geochemical nature of Manso-Cuiabá River a limnological survey was established using 19 sampling stations along the main channel and its major tributaries (the Casca, Cuiabazinho, Quilombo, Roncador and Palmeira Rivers). Sampling was carried out from April/86 to June/89 at different periods of the hydrological cycle (rising, high, falling, and low water). The approach was to test some limnological parameters (pH, conductivity, calcium, magnesium, sodium and potassium) as indicators of geochemical interactions among the rivers. The results presented here suggest that differences in ion concentrations among the rivers reflect the geological and the hydrological characteristics of their drainage basins. Both hypotheses apply to the spatial variations along Manso-Cuiabá River as a function of the influx of the Cuiabazinho and Casca Rivers, while chemical patches in the latter are probably only related to geological differences inside its own basin. On the other hand, the pronounced seasonality of Manso-Cuiabá River is best linked to its high water level fluctuations.

INTRODUÇÃO

Os rios são considerados sistemas contínuos e abertos. Ao contrário dos lagos que possuem limites bem definidos e onde predominam os processos de ciclagem de matéria, os rios exibem um forte direcionamento e são altamente interativos com os ambientes adjacentes do qual tomam parte (Hynes, 1975). Essa integração entre os rios e seus ambientes circundantes transforma os mesmos numa unidade funcional mais equilibrada (Margalef, 1983).

Os rios recebem suas águas através da chuva que cai nas áreas de captação de sua bacia hidrográfica e que não retornam à atmosfera por evaporação. Parte deste suprimento de água escoia superficialmente e parte percola através dos solos, acumulando-se no lençol freático. Desse modo, os rios não são alimentados por sua própria água mas pela água da chuva incidente sobre e através dos solos e rochas. Neste percurso algumas substâncias particuladas e solúveis, provenientes dos processos da decomposição e remineralização da matéria orgânica existente no solo, são mobilizadas química e fisicamente, sendo carregadas para os rios.

Os produtos resultantes deste processo podem diferir de região para região, de acordo com as diferentes características litológicas, geomorfológicas, climáticas, edáficas e vegetais (Ward *et al.*, 1989).

O rio recebe, portanto, todas as características dos ambientes circundantes de sua bacia de drenagem, estando condicionado pelos parâmetros da biogeocenose de sua área de captação.

Dessa forma, para os estudos dos ecossistemas fluviais é necessário uma abordagem holística espaço-temporal, incluindo análises que considerem todas as características do ambiente fluvial, interações com as águas subterrâneas e importância da escala sazonal (Ward *et al.*, 1989).

Diversos estudos têm utilizado a hidroquímica de águas fluviais como ferramenta para o estudo de bacias hidrográficas relacionando-a com a geologia, cobertura vegetal, uso da terra, hidrologia (Ovalle *et al.*, 1990).

O presente estudo teve por objetivo caracterizar limnologicamente os sistemas aquáticos da bacia dos rios Manso e Cuiabá (MT), tendo sido desenvolvido pela Eletronorte e executado pela Sondotécnica, como parte dos estudos ambientais do Aproveitamento Múltiplo de Manso (fases de inventário e viabilidade), no período compreendido entre abril/86 e junho/89. A abordagem utilizada neste trabalho consistiu na utilização de determinados parâmetros como indicadores das interações geoquímicas existentes entre as diferentes sub-bacias estudadas.

ÁREA DE ESTUDO

O rio Manso situa-se no estado do Mato Grosso (14°35" – 15°40" de latitude sul e 54°40" – 56°15" de longitude oeste) e constitui, juntamente com o rio Cuiabá, uma sub-bacia do rio Paraguai (fig. 1).

Nasce a aproximadamente 800 metros de altitude, entre as serras Azul e Mutum (MT) e, possui uma extensão total de cerca de 200km até a confluência com o rio Cuiabá. No trecho médio, onde sua declividade é menor, o rio Manso recebe o rio Palmeiras e, posteriormente, seu afluente mais importante, o rio Casca, com o qual controla uma área de drenagem de 9.364km², que representa cerca de 40% da bacia do rio Cuiabá em Cuiabá e, aproximadamente 2% da bacia hidrográfica formadora do Pantanal do Mato Grosso.

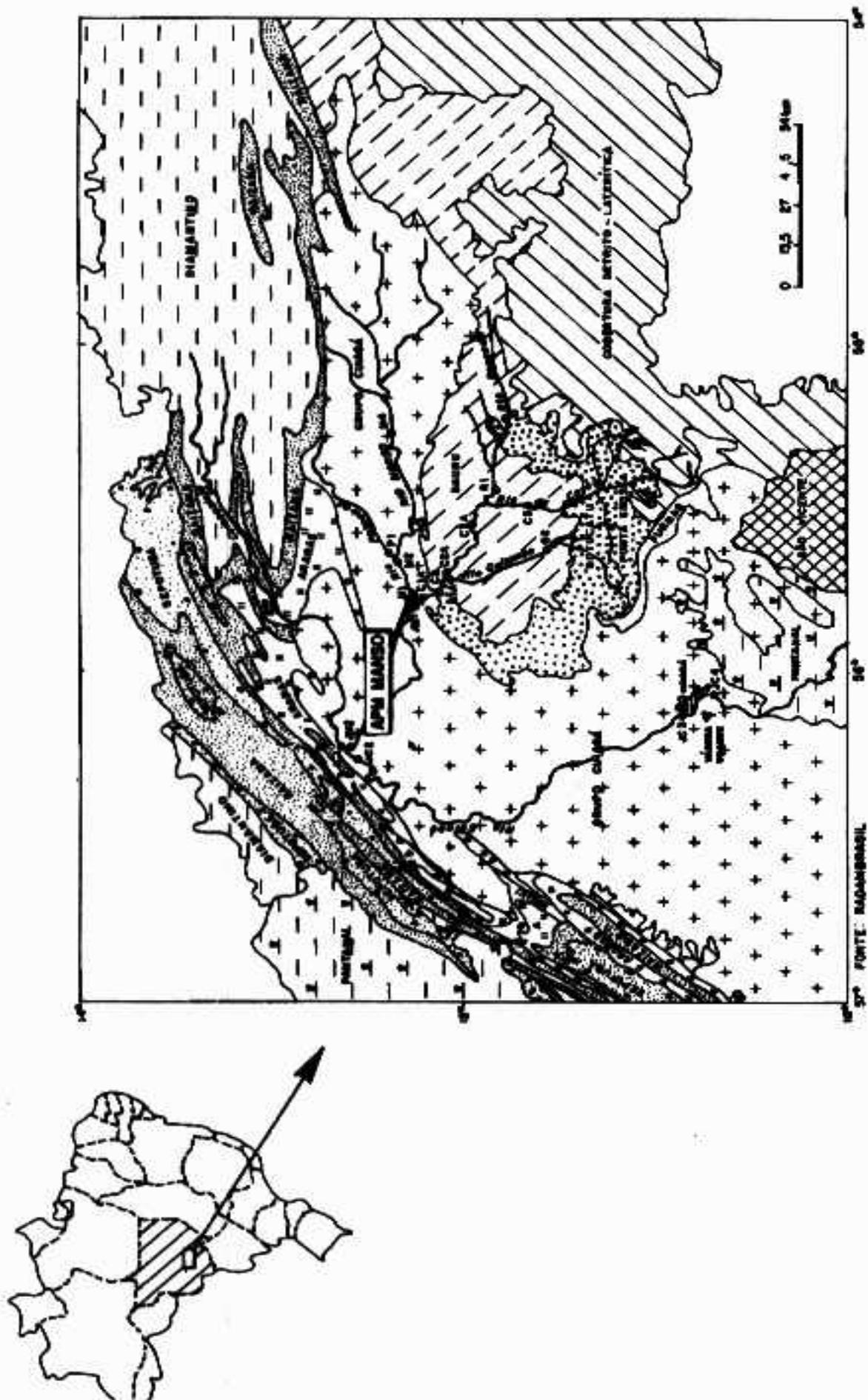


Figura 1 - Mapa de localização das estações de coleta/Formação geológica.

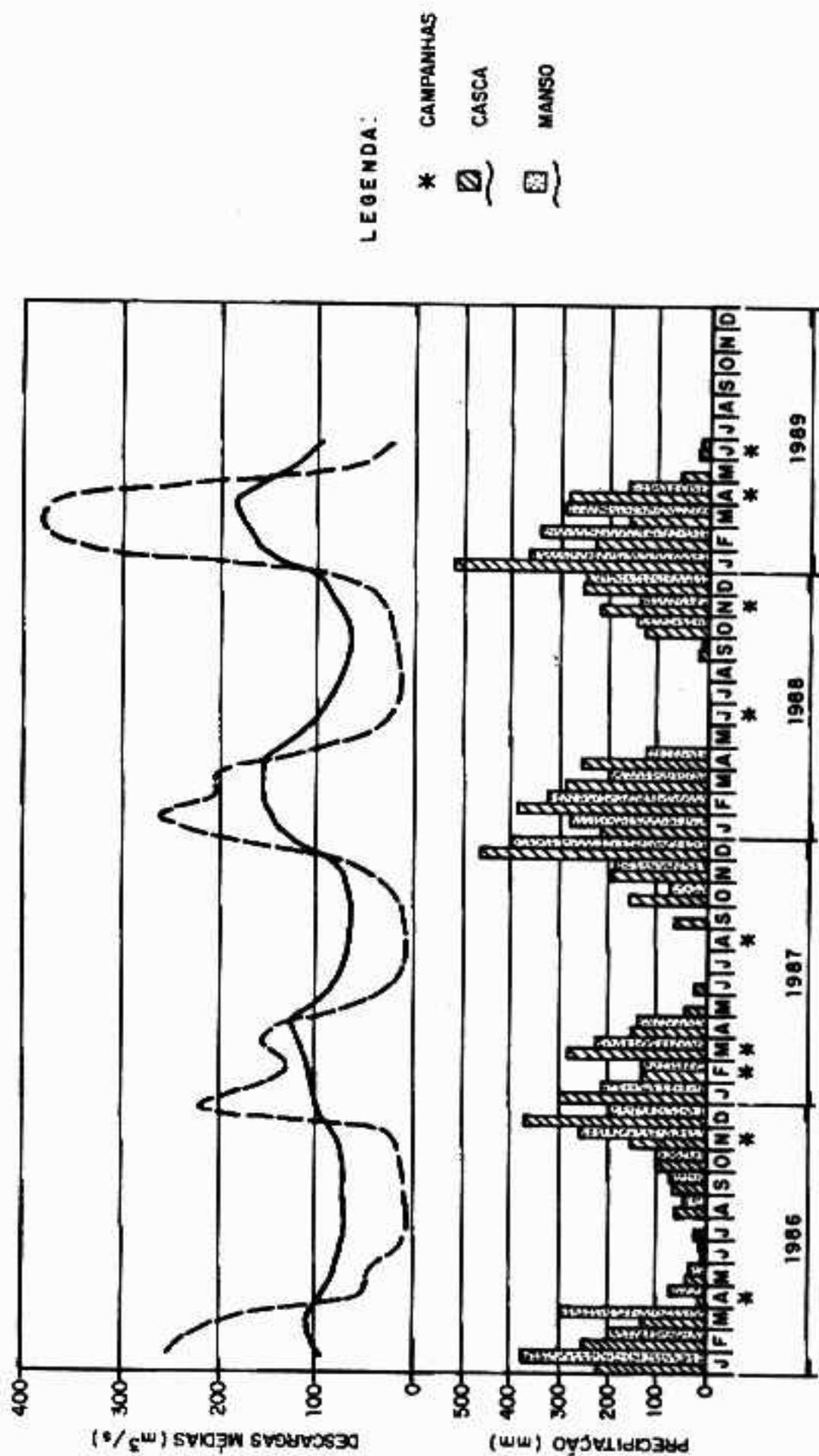


Figura 2 - Variação média mensal da descarga líquida (m³/s) e da precipitação (mm) nas bacias hidrográficas dos rios Manso e Casca.

À jusante da confluência com o rio Casca, o rio Manso adquire todas as características de rio de planície, isto é, sua largura aumenta e sua declividade diminui. Na foz, quando encontra com o rio Cuiabazinho para formar o rio Cuiabá, sua área de drenagem totaliza 10.980km².

O rio Casca nasce na serra de São Lourenço (MT) a mais de 600 metros de altitude e, drena uma bacia de aproximadamente 5.113km², constituindo uma importante rede hidrográfica na região (fig. 1).

As bacias hidrográficas dos rios Manso e Casca são semelhantes quanto à conformação topográfica e à área de drenagem. Contudo, por razões geológicas, as características principais dos regimes hidrológicos destes rios são distintas. Enquanto o curso principal do rio Manso se desenvolve sobre metassedimentos de facies finas e de baixa permeabilidade (Cinturão orogênico Paraguai-Araguaia), a maior parte do rio Casca se desenvolve sobre formações areníticas com alto índice de permeabilidade (Bacia sedimentar do Paraná), que propiciam o estabelecimento de uma bacia aquífera com lençol freático (Eletronorte, 1987) (fig. 1).

Esta diferenciação geológica implica na apresentação de um regime bem mais torrencial no Manso do que no rio Casca, com picos de cheia mais elevados e estiagens mais pronunciadas (pequenas vazões). No rio Casca os picos de cheia e estiagem são mais moderados, devido à característica regularizadora das formações geológicas, apresentando, porém, descargas específicas relativamente altas.

O regime hidrológico do rio Manso pode ser caracterizado, em geral, por um período de águas altas, que se inicia em dezembro e se estende até abril e, por um período de águas baixas, situado entre junho e outubro; os meses de maio e novembro constituem meses de transição (Eletronorte, 1987) (fig. 2).

Por drenarem unidades geotectônicas com características geológicas distintas, os rios Manso e Casca apresentam diferentes composições químicas, que refletem as características eletrolíticas das rochas por onde correm.

O clima quente predomina em quase toda a região do Centro-Oeste (temperatura média de aproximadamente 27°C), estando sujeito a bruscas mudanças de temperatura durante o inverno. Na área de estudo (bacias dos rios Manso e Casca) o clima pode ser classificado como quente semi-úmido, com 5 meses secos, correspondendo, na classificação de Koeppen, ao clima tropical úmido (Aw). O período chuvoso situa-se em geral entre outubro e abril e, o período seco, entre maio e outubro.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de água foram coletadas nas estações seca, enchente, cheia e vazante, durante o período compreendido entre abril/86 e junho/89, em 19 estações de coleta localizadas nos rios Manso, Casca, Quilombo, Roncador, Palmeiras, Cuiabazinho e Cuiabá (fig. 1). Os critérios para determinação das estações de coleta levou em consideração a confluência com os principais tributários, facilidade de acesso, proximidade a centros urbanos e de garimpo, presença de estações hidrométricas, entre outros.

Foram coletados 37 parâmetros físico-químicos e 5 parâmetros biológicos para análise dos ambientes aquáticos da região. No entanto, para a caracterização hidrogeoquímica apresentada neste trabalho foram considerados somente o pH, condutividade, alcalinidade, cálcio, magnésio, sódio e potássio.

As amostras de água foram coletadas sub-superficialmente, no meio do rio, preservadas em campo com ácido nítrico (amostras de fons) e, levadas ao laboratório ao menor tempo possível. Alguns parâmetros, tais como pH e condutividade, foram determinados em campo, com auxílio de equipamentos portáteis apropriados.

Para determinação dos demais parâmetros as amostras coletadas foram levadas a diferentes laboratórios (FEEMA, CETESB, SANEMAT, Hidroquímica), de acordo com a disponibilidade dos mesmos à época de cada campanha. Os métodos de análise desses laboratórios baseiam-se no Standard Methods (1985) e, são descritos em manuais de análise química específicos a cada instituição.

A fim de facilitar a análise dos dados e permitir uma avaliação da influência dos tributários sobre os rios principais a bacia hidrográfica em estudo foi dividida em 2 sub-bacias: (1) Bacia dos rios Manso e Cuiabá e seus afluentes (rio Cuiabazinho e Palmeiras) e, (2) Bacia dos rios Casca e seus afluentes (rios Roncador e Quilombo).

No presente trabalho o rio Cuiabá foi considerado como um sistema único contínuo ao rio Manso, sendo identificado como rio Manso-Cuiabá, devido às características semelhantes apresentadas por ambos os rios.

Na análise das flutuações espaciais e sazonais dos parâmetros hidrogeoquímicos estudados, utilizou-se a análise de variância fatorial (Snedecor & Cochran, 1980; Zar, 1984). Para que todas as interações fossem observadas foram realizadas duas análises de variância. Na primeira foram analisadas as variações espaciais e sazonais entre os rios Manso-Cuiabá e o rio Casca. Uma vez que todos os parâmetros apresentaram diferenças significativas entre os rios foi realizada outra análise de variância para testar a variação espacial entre os trechos de cada rio, os quais foram definidos em função da confluência dos rios principais com seus afluentes mais importantes: rios Casca e Cuiabazinho no rio Manso-Cuiabá e, rios Roncador e Quilombo, no rio Casca.

Para a verificação da normalidade dos dados, uma das premissas básicas à aplicação da ANOVA, foi efetuada uma checagem gráfica e analítica dos resíduos através de testes de assimetria e curtose (Dagostinho & Tiejen, 1971; Petrere, 1986).

Onde houve necessidade de normalização dos dados, a radiciação foi o método de transformação mais eficaz. Foi aplicado o teste de comparação múltipla de Tukey (Snedecor & Cochran, 1980; Zar, 1984) para distinção das médias das variações espaciais e sazonais.

Com o intuito de analisar a sazonalidade dos parâmetros em função dos índices pluviométricos e das vazões médias mensais dos rios, aplicou-se a correlação não paramétrica de Spearman aos valores médios obtidos em cada campanha.

Para interpretação dos resultados considerou-se um nível de significância de 5% em todos os testes estatísticos realizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição catiônica das águas naturais (Ca, Mg, K, Na) e as propriedades químicas, tais como pH, condutividade e alcalinidade estão geralmente associadas às características geológicas da área de captação dos rios (Furch & Klinge, 1978; Junk & Furch, 1980; Furch *et al.*, 1982; Junk & Furch, 1985; Esteves, 1988). Esses parâmetros permitem portanto, uma caracterização hidrogeoquímica da bacia hidrográfica em função da composição química das águas fluviais.

Tabella I - Valores de F referentes à análise de variância aplicada aos parâmetros limnológicos

PARAMETROS	FATORES									
	RIO	CAMPANHA	INTERAÇÃO RIO x CAMPANHA	TRECHOS DO RIO MANSO	INTERAÇÃO TRECHOS x CAMPANHA DO RIO MANSO-CUIABÁ	TRECHOS DO RIO CASCA	INTERAÇÃO TRECHOS x CAMPANHA DO RIO CASCA			
pH	726,129**	6,815**	15,195**	26,954**	2,744**	13,154**	0,169			
CONDUTIVIDADE	372,639**	7,269**	8,774**	36,065**	3,178**	13,601**	0,642			
ALCALINIDADE	317,184**	7,300**	7,922**	42,009**	4,808**	8,467**	1,162			
CÁLCIO	201,819**	6,318**	7,499**	19,410**	3,182**	18,289**	-			
MAGNÉSIO	129,477**	12,501**	1,500	26,242**	2,716**	1,022	0,547			
SÓDIO	50,378**	9,756**	3,984**	13,982**	2,541**	0,111	0,368			
POTÁSSIO	74,088**	12,141**	5,296**	12,511**	3,404**	0,549	0,505			

* p < 5%
** p < 1%

Tabella II - Valores médios de precipitação, de vazão e dos parâmetros limnológicos nos rios Manso-Cuiabá e Casca

RIO	PARAMETROS	UNIDADE	CAMPANHAS									
			ABR/86	NOV/86	FEV/87	MAR/87	AGO/87	JUN/88	NOV/88	ABR/89	JUN/89	
MANSO-CUIABÁ	CHUVA	mm	76,5	259,3	129,3	223,7	1,2	6,3	135,6	160,1	12,7	
	DESCARGA	m ³ /s	46,98	21,29	124,22	155,50	6,26	14,28	28,78	150,82	18,67	
	pH	-	7,54	7,30	7,25	7,37	7,71	7,80	7,31	7,22	7,47	
	CONDUTIVIDADE	µS/cm a 25°C	70	39	50	56	91	108	80	69	98	
	ALCALINIDADE	mg CaCO ₃ /l	46	19	25	28	37	-	32	30	49	
	CÁLCIO	mg Ca/l	8,5	3,5	4,5	4,6	8	9,6	7,3	5,3	9,3	
	MAGNÉSIO	mg Mg/l	5,8	1,5	4,8	3,6	3,1	2,3	3,3	2,8	4,1	
	SÓDIO	mg Na/l	-	0,56	0,05	0,37	-	1,37	0,94	1,33	0,98	
	POTÁSSIO	mg K/l	-	1,4	0,57	0,46	-	0,78	1,52	0,77	0,64	
	CASCA	CHUVA	mm	15,0	153,2	129,4	284,0	0,0	0,0	215,2	279,5	17,8
DESCARGA		m ³ /s	89,36	72,74	105,24	113,07	63,56	84,68	78,78	149,52	92,05	
pH		-	6,51	6,79	6,77	6,64	6,52	6,00	5,95	6,49	6,17	
CONDUTIVIDADE		mS/cm a 25°C	13	13	17	15	10	13	11	17	14	
ALCALINIDADE		mg CaCO ₃ /l	10	5	10	10	6	-	7	9	7	
CÁLCIO		mg Ca/l	4,0	1,1	3,1	1,4	1,2	1,1	1,5	2,1	1,2	
MAGNÉSIO		mg Mg/l	2,3	0,2	2,3	1,4	0,5	0,1	0,4	0,7	0,6	
SÓDIO		mg Na/l	-	0,08	0,05	0,06	-	0,31	0,28	0,31	0,11	
POTÁSSIO		mg K/l	-	0,46	0,05	0,11	-	0,40	0,29	0,40	0,28	

Os dados de pH, condutividade elétrica, alcalinidade, cálcio, magnésio, sódio e potássio obtidos durante o período de estudo são mostrados nas figuras 3 e 4, ilustrando as flutuações temporais e espaciais destes parâmetros nos rios Manso-Cuiabá e Casca, respectivamente.

Os resultados da análise de variância são apresentados na tab. I e evidenciam as diferenças entre os rios principais, a variação sazonal do sistema e a variação espacial existente em cada rio. No Anexo I são apresentados os resultados dos valores da Anova para cada parâmetro.

O rio Manso-Cuiabá apresentou, durante todo o período estudado, maiores valores médios de concentração para o pH, condutividade, alcalinidade, magnésio e potássio (tab. II), enquanto os valores obtidos para o cálcio não foram significativamente maiores em apenas uma campanha (Fevereiro/87) e, para o sódio, somente em duas campanhas (Fevereiro e Março/87).

Os resultados indicam uma diferenciação iônica entre os rios, sugerindo uma influência das diferentes formações geológicas existentes na região estudada sobre a composição química das suas águas. Pode-se observar (tab. III) que o rio Manso-Cuiabá e seus afluentes (Palmeiras e Cuiabazinho) apresentam pH neutro a levemente alcalino, alta condutividade elétrica, boa capacidade de tamponamento e concentrações catiônicas mais altas. O rio Casca e seus afluentes (Roncador e Quilombo) percorrem formações geológicas de rochas mineralogicamente mais pobres, apresentam pH neutro a ácido e baixa condutividade elétrica.

Nas campanhas da época de seca, quando a descarga média do rio Manso foi sensivelmente menor que a do rio Casca (fig. 4), a maioria dos parâmetros estudados apresentou diferenças significativas entre as médias dos trechos do rio Manso-Cuiabá (tab. II). Mesmo nas campanhas onde a diferença entre as descargas médias foi menor, observou-se esta variação espacial.

As águas quimicamente pobres do rio Casca influenciaram a composição química das águas do rio Manso, ocasionando uma diminuição das concentrações dos parâmetros hidrogeoquímicos após a confluência deste rio. Por outro lado, as águas quimicamente mais ricas do rio Cuiabazinho provocaram uma elevação nos valores de pH, condutividade, alcalinidade, cálcio e magnésio do rio Manso-Cuiabá.

Esta variação espacial existente no rio Manso-Cuiabá, provocada pelas confluências com tributários importantes (rios Casca e Cuiabazinho), pode ser explicada pelas diferenças geológicas e de regime hidrológico existentes entre esses rios:

— O regime hidrológico diferenciado entre os rios Manso-Cuiabá e Casca ocasiona um represamento das águas do rio Manso e o predomínio, durante a maior parte do ano, das águas do rio Casca sobre o rio Manso, no trecho a jusante da confluência destes rios.

— As diferenças geológicas na área de captação do rio Cuiabazinho, que drena rochas carbamáticas das formações Diamantino e Araras, o que lhe confere maior riqueza em eletrólitos de todos os rios estudados, provocam uma elevação da composição físico-química da água do rio Manso-Cuiabá.

A variação espacial do rio Casca mostrou um aumento significativo para o pH, condutividade, alcalinidade e cálcio, após a confluência com o rio Roncador. Esse comportamento está provavelmente relacionado a uma diferenciação geológica existente dentro da bacia sedimentar do Paraná (bacia do rio Casca), onde a formação Baurú, composta por arenitos calcíferos, é drenada pelo rio Roncador. Esta região é mineralogicamente mais rica que a cobertura detrito-laterítica e formações Ponta Grossa e Botucatu, predominantes na cabeceira e no trecho superior do rio Casca.

Tabela III - Concentrações médias e valores máximos e mínimos dos parâmetros limnológicos na bacia do rio Manso-Cuiabá e na bacia do Rio Casca

RIOS	pH	CONDUTIVIDADE µs/cm	ALCALINIDADE mg CaCO ₃ /l	CÁLCIO mg Ca/l	MAGNÉSIO mg Mg/l	SÓDIO mg Na/l	POTÁSSIO mg K/l
Manso-Cuiabá	7,44(0,37)	75(36)	32(14)	6,7(3,5)	3,4(1,8)	0,78(0,69)	0,87(0,57)
	6,44-8,11	18-163	7-59	1,5-16,0	0,1-9,2	0,00-2,50	0,05-2,40
Palmeiras	7,21(0,34)	76(52)	30(19)	6,5(4,9)	3,6(2,1)	0,79(0,53)	1,01(0,60)
	6,78-7,70	27-183	10-60	1,6-16,0	1,5-7,0	0,05-1,70	0,30-1,90
Cuiabazinho	7,92(0,36)	199(102)	82(46)	19,4(8,9)	8,8(4,1)	0,81(0,48)	0,91(0,29)
	7,36-8,29	70-344	25-150	8,4-30,4	4,4-13,6	0,05-1,24	0,64-1,50
Casca	6,42(0,48)	14(4)	8(3)	1,8(1,3)	0,9(1,1)	0,16(0,15)	0,28(0,17)
	4,97-7,10	4-22	3-17	0,0-5,6	0,0-4,9	0,00-0,57	0,05-0,70
Roncador	6,72(0,33)	16(4)	8(3)	2,2(1,7)	0,6(0,6)	0,12(0,11)	0,29(0,18)
	6,23-7,12	11-23	4-12	1,0-6,0	0,1-1,9	0,00-0,30	0,05-0,51
Quilombo	6,37(0,47)	13(5)	7(3)	1,4(0,9)	1,1(1,3)	0,19(0,17)	0,28(0,16)
	5,27-7,16	5-24	3-13	0,0-3,2	0,0-4,1	0,00-4,1	0,05-0,59

() - Desvio-Padrão

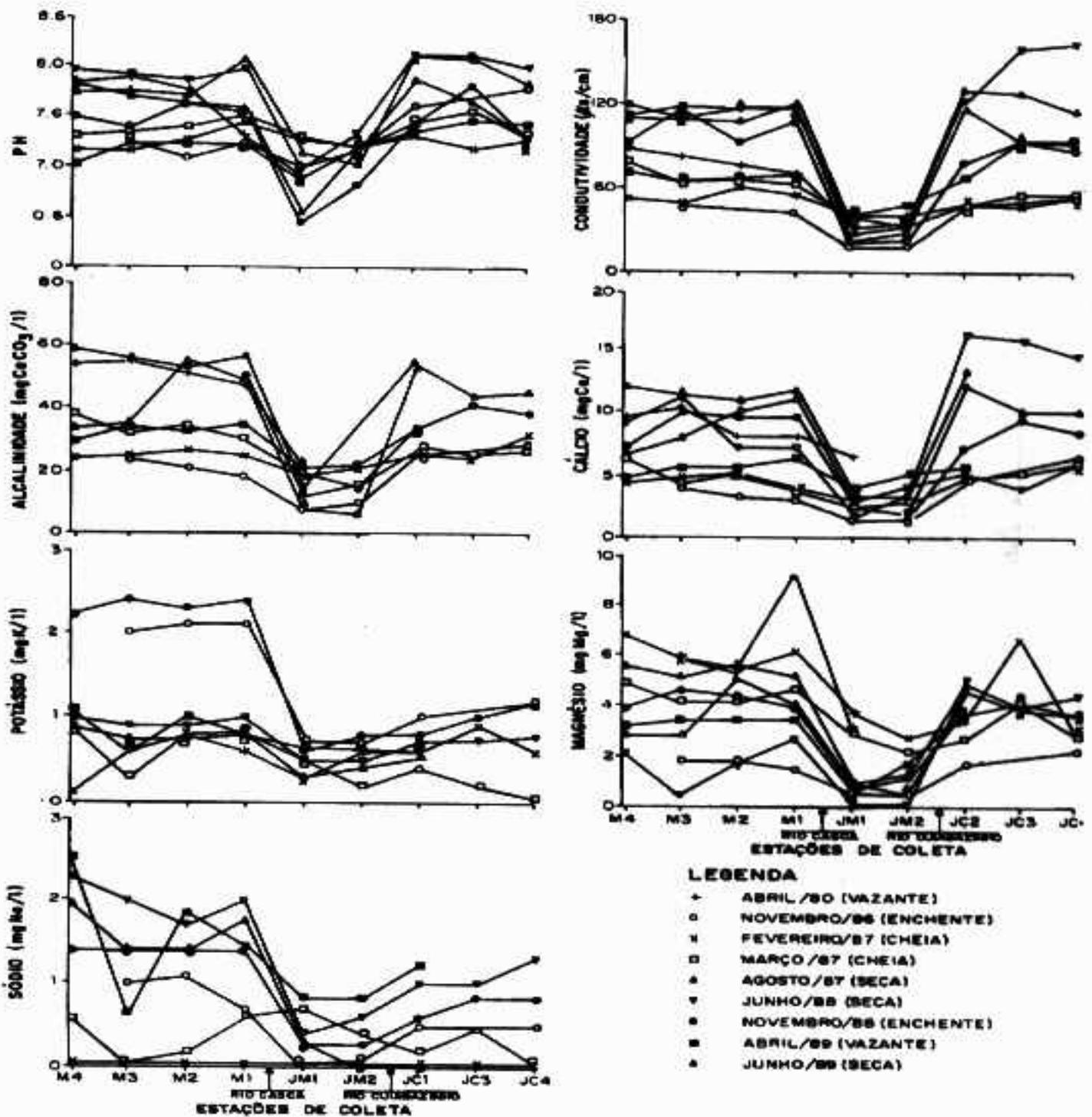


Figura 3 - Variação espaço-temporal dos parâmetros limnológicos no rio Manso-Cuiabá.

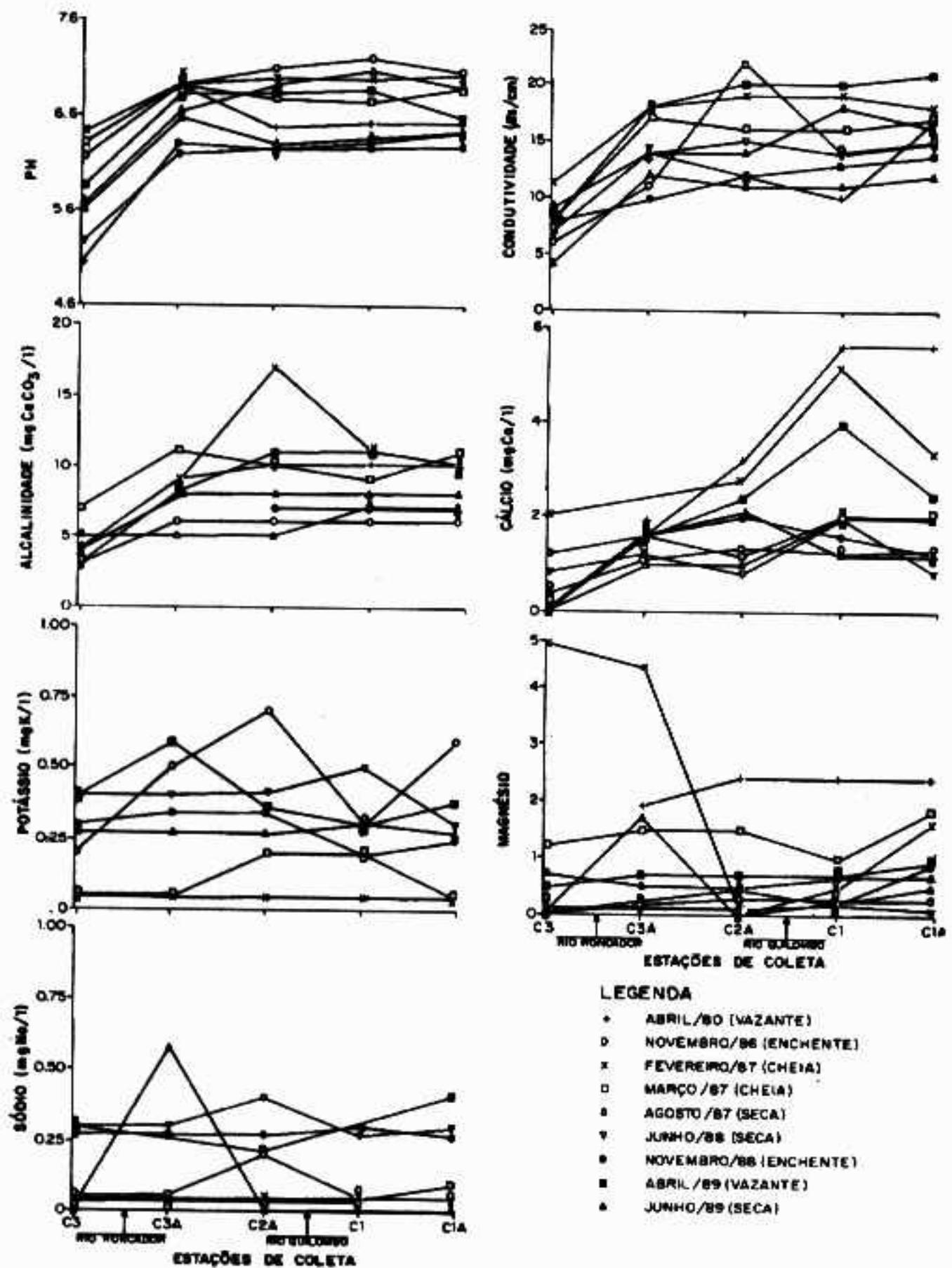


Figura 4 - Variação espaço temporal dos parâmetros limnológicos no rio Casca.

O aumento no teor de cálcio no trecho final do rio Casca pode ser explicado pela mudança nas características litológicas pois, após a confluência com o rio Quilombo, que também apresenta águas eletroliticamente pobres, o rio Casca passa a drenar as rochas do grupo Cuiabá. Em decorrência dos garimpos de diamantes existentes no rio Quilombo, as águas do rio Casca tornam-se mais turbidas, após sua confluência.

A variação sazonal foi significativa no rio Manso-Cuiabá para todos os parâmetros e, no rio Casca, somente para o pH e o magnésio (tab. II). Isto demonstra que a sazonalidade do primeiro rio é mais pronunciada, podendo estar relacionada à maior flutuação do nível de suas águas.

No rio Manso-Cuiabá observou-se um aumento gradativo nos valores médios de pH, condutividade elétrica, alcalinidade, cálcio e sódio entre as campanhas do período chuvoso e de estiagem, sendo que para a alcalinidade esse aumento foi mais acentuado. Esse padrão de concentrações máximas no período de estiagem ocorre devido a riqueza iônica do lençol freático deste rio. Em contrapartida, as menores concentrações observadas na estação chuvosa indicam um efeito de diluição, que é uma característica da sazonalidade dos rios tropicais (Payne, 1986).

A aplicação da correlação de Spearman determinou um padrão de sazonalidade definido por uma correlação negativa em relação a chuva e a vazão para o rio Manso-Cuiabá para o pH, condutividade, alcalinidade e cálcio (tab. IV).

O magnésio não apresentou um padrão definido de sazonalidade. O potássio apresentou concentrações significativamente maiores no início do período chuvoso, o que pode ser explicado pelo reflexo da mineralização da matéria orgânica dos solos, responsável pelo aumento dos íons na água por ocasião das primeiras chuvas (Payne, 1986).

A concentração inversamente proporcional desses parâmetros em relação aos índices pluviométricos e, conseqüentemente, à vazão dos rios, é comum em águas naturais (Lane, 1975). No entanto, o rio Casca apresentou uma correlação altamente positiva para a condutividade em relação a descarga dos rios, o que pode ser explicado pela lixiviação dos solos durante a época chuvosa. Provavelmente, este aumento no teor de sólidos em suspensão ocasiona um aumento no teor de íons nas águas deste rio, contrapondo-se a influência de seu fluxo de base eletroliticamente pobre e que predomina na época de seca.

Tabela IV - Resultados da correlação de spearman dos parâmetros limnológicos com a precipitação e a vazão dos rios Manso-Cuiabá e Casca.

PARÂMETRO	RIO MANSO		RIO CASCA	
	CHUVA	DESCARGA	CHUVA	DESCARGA
pH	-0,750*	-0,667	+0,167	+0,017
CONDUTIVIDADE	-0,817*	-0,650	+0,552	+0,933**
ALCALINIDADE	-0,786*	-0,429	+0,095	+0,690
CÁLCIO	-0,800*	-0,550	+0,223	+0,527
MAGNÉSIO	-0,200	+0,350	+0,259	+0,650
SÓDIO	-0,464	-0,536	-0,250	-0,107
POTÁSSIO	+0,036	-0,500	0,000	-0,393

* p < 5%

** p < 1%

CONCLUSÃO

O rio Cuiabá, após receber as águas do Manso, apresenta características semelhantes às deste rio, exceto para alguns parâmetros que refletem o grau de ocupação humana e atividades antrópicas mais intensas às margens do rio Cuiabá.

Dois fatores principais mostraram-se extremamente importantes na regulação geoquímica dos parâmetros estudados: as diferentes formações geológicas e os regimes hidrológicos distintos a que estão submetidos os rios em estudo.

A sub-bacia do rio Manso-Cuiabá apresentou-se mais rica em eletrólitos do que a sub-bacia do rio Casca, devido a estes fatores geológicos. Esta diferenciação geológica também mostrou influência na variação espacial dos parâmetros ao longo dos rios, conforme observado na influência do rio Casca e Cuiabazinho sobre o rio Manso e, do rio Roncador sobre o rio Casca.

O regime hidrológico dos rios principais constitui outro fator importante na caracterização da dinâmica ambiental dos parâmetros hidrogeoquímicos. Dependendo da época do ano, a influência do rio Casca torna-se mais notável em função da diferença de vazão para o rio Manso. Da mesma forma, a principal característica sazonal, a elevação dos níveis de água e conseqüente efeito de diluição, atua significativamente na diminuição das concentrações iônicas da água do rio Manso-Cuiabá no período chuvoso.

No rio Manso-Cuiabá as flutuações espaciais e sazonais são altamente significativas e demonstram uma forte dependência entre si. Na época de seca, o trecho do rio Manso à jusante da confluência com o rio Casca apresenta menores concentrações que o trecho de montante; mas na época de cheia essa variação ao longo do rio praticamente não ocorre.

No rio Casca a variação espacial é menos complexa, sendo caracterizada por um ligeiro aumento das concentrações das propriedades químicas após a confluência com o rio Roncador. A sazonalidade é menos importante neste rio, ocorrendo principalmente em função da pequena oscilação de seu nível de água.

AGRADECIMENTOS

Dedicamos este trabalho ao colega Kozo Hino (in memoriam) pela orientação inicial deste estudo. Agradecemos a colaboração do professor Miguel Petreire Jr. (UNESP - Rio Claro, SP) na revisão e sugestões apresentadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAGOSTINHO, R.B. & TIEJEN, G.L. (1972). Simulation probability prints of b_2 for small samples. *Biometrika*, 58:669-672.
- ELETRONORTE/SONDOTÉCNICA. (1987). *Relatório de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Manso (MT)*. 1 - Síntese. Brasília (Relatório técnico). 167 p.
- _____. (1987). *Relatório de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Manso (MT)*. 3 - Diagnóstico Ambiental. Brasília (Relatório técnico). 185 p.
- ESTEVES, F.A. (1988). *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro, Interciência/FINEP. 575 p.
- FURCH, K.; JUNK, W.J. & KLINGE, H. (1982). Unusual chemistry of natural waters from the Amazon region. *Acta Cient. Venez.* 33:269-273.
- _____. & KLINGE, H. (1978). Towards a regional characterization of biogeochemistry of alkali and alkali-earth metals in northern South America. *Acta Científica Venez.* 19:434-444.
- HYNES, H.B.N. (1975). The stream and its valley. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 19:1-15.

- HUNK, W.J. & FURCH, K. (1980). Química da água e macrófitas aquáticas de rios e igarapés da bacia Amazônica e nas áreas adjacentes. Parte 1: trecho Cuiabá-Porto Velho-Manaus. *Acta Amazônica* 10:611-633.
- _____. & _____. (1985). The physical and chemical properties of Amazonian waters and their interrelationships with the biota. IN: PRANCE, G.T. & LOVEJOY, T.E., eds. *Amazonia*, Pergamon Press. p. 4-17.
- LANE, W.L. (1975). *Extraction of information on inorganic water quality*. Colorado, Colorado State University 74 p. (Hydrology Papers, 73).
- MARGALEF, R. (1983). *Limnologia*. Barcelona, Omega. 1010p.
- DVALLE, A.R.C.; BARROSO, L.V.; DEPAULA, F.C.F.; PERRIN, P. & BIDONE, E.D. (1990). Caracterização de fácies hidrogeoquímicas e compartimentação das bacias de drenagem do sistema lagunar de Maricá- Guarapina, Rio de Janeiro. *Acta Limnol. Brasil.* 3:887-906.
- PAYNE, A.I. (1986). *The Ecology of tropical lakes and rivers*. England, Wiley. 301 p.
- PETREIRE, M.Jr. (1986). Amazon fisheries. I-Variation in the relative abundance of tambaqui (*Colossoma macropomum* Luvier, 1818) based on catch and effort data of the gill-net fisheries. *Amazoniana* 9:527-547.
- RADAMBRASIL. (1982). *Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra - Folha SD-21 (Cuiabá)*. Rio de Janeiro Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. (1980). *Statistical Methods*. The Iowa State University Press, Ames, 6. ed. 593 p.
- SIOLI, H. (1975). Tropical Rivers as Expressions of their Terrestrial Environments. In: GOLLEY, F.B. & MEDINA, E., eds. *Tropical Ecological Systems. Trends in terrestrial and aquatic research*. New York, Springer-Verlag. p. 275-258.
- STANDARD Methods for the examination of water and wastewater. (1985). 16 ed. Washington. 1258 p.
- WARD, J.V. & STANFORD, J.A. (1989). Riverine Ecosystems: The influence of man on catchment dynamics and fish ecology. In: DODGE, D.P., ed. *Proc. International Large River Symposium (LARS)*, Canada. p. 56-64.

Anexo I - Valores da Anova para os diferentes parâmetros (SQ = Soma dos quadrados; QM = Média dos quadrados; F = valor do teste; P = probabilidade)

I - pH

FATORES	ANOVA	SQ	QM	F	P
TRATAMENTO		29.329	29.329	726.129	0
CAMPANHA		2.202	0.275	6.815	0
TERAÇÃO RIO/CAMPANHA		4.91	0.614	15.195	0
RESÍDUO		3.918	0.04		
TRATAMENTO TRATAMENTO		3.272	1.636	26.954	0
TERAÇÃO TRATAMENTO/CAMPANHA		2.664	0.167	2.744	0.003
RESÍDUO		3.399	0.061		
TRATAMENTO TRATAMENTO		4.506	2.253	13.154	0
TERAÇÃO TRATAMENTO/CAMPANHA		0.464	0.029	0.169	1
RESÍDUO		4.281	0.171		

II - Condutividade elétrica

FATORES	ANOVA	SQ	QM	F	P
TRATAMENTO		73085.374	73085.374	372.639	0.000
CAMPANHA		11405.887	1425.736	7.269	0.000
TERAÇÃO RIO/CAMPANHA		13766.147	1720.768	8.774	0.000
RESÍDUO		19024.526	196.129		
TRATAMENTO TRATAMENTO		35408.921	17704.460	36.065	0.000
TERAÇÃO TRATAMENTO/CAMPANHA		24963.998	1560.250	3.178	0.001
RESÍDUO		27490.458	490.901		
TRATAMENTO TRATAMENTO		303.292	151.646	13.601	0.000
TERAÇÃO TRATAMENTO/CAMPANHA		114.514	7.157	0.642	0.820
RESÍDUO		278.750	11.150		

3 - Alcalinidade

FATORES	ANOVA	SQ	QM	F	P
RIO		10541.360	10541.360	317.184	0.000
CAMPANHA		1698.300	242.614	7.300	0.000
INTERAÇÃO RIO/CAMPANHA		1842.916	263.274	7.922	0.000
RESIDUO		2492.567	33.234		
TRECHO RIO MANSO		4967.156	2483.578	42.009	0.000
ITERAÇÃO TRECHO/CAMPANHA		3979.823	284.273	4.808	0.000
RESIDUO		2423.936	59.120		
TRECHO RIO CASCA		2.606	1.303		
ITERAÇÃO TRECHO/CAMPANHA		2.504	0.179		
RESIDUO		3.078	0.154		

4 - Cálcio

FATORES	ANOVA	SQ	QM	F	P
RIO		541.916	541.916	201.819	0.000
CAMPANHA		135.725	16.966	6.318	0.000
ITERAÇÃO RIO/CAMPANHA		161.096	20.137	7.499	0.000
RESIDUO		249.719	2.685		
TRECHO RIO MANSO		211.512	105.756	19.410	0.000
ITERAÇÃO TRECHO/CAMPANHA		277.375	17.336	3.182	0.000
RESIDUO		283.317	5.445		
TRECHO RIO CASCA		29.795	14.897	18.289	0.000
ITERAÇÃO TRECHO/CAMPANHA		33.303	2.081	2.555	0.017
RESIDUO		20.364	0.815		

5 - Magnésio

FATORES	ANOVA	SQ	QM	F	P
RIO		117.453	117.453	129.477	0.000
CAMPANHA		90.720	11.340	12.501	0.000
ITERAÇÃO RIO/CAMPANHA		10.889	1.361	1.500	0.168
RESIDUO		83.456	0.907		
TRECHO RIO MANSO		79.609	39.805	26.242	0.000
ITERAÇÃO TRECHO/CAMPANHA		65.923	4.120	2.716	0.003
RESIDUO		77.359	1.517		
TRECHO RIO CASCA		0.698	0.349	1.022	0.374
ITERAÇÃO TRECHO/CAMPANHA		2.984	0.187	0.547	0.894
RESIDUO		8.532	0.341		

6 - Sódio

FATORES	ANOVA	SQ	QM	F	P
RIO		5.377	5.377	50.378	0.000
CAMPANHA		6.248	1.041	9.756	0.000
ITERAÇÃO RIO/CAMPANHA		2.551	0.425	3.954	0.002
RESIDUO		7.685	0.107		
TRECHO RIO MANSO		7.397	3.698	13.982	0.000
ITERAÇÃO TRECHO/CAMPANHA		8.065	0.672	2.541	0.013
RESIDUO		11.110	0.265		
TRECHO RIO CASCA		0.007	0.003	0.111	0.895
ITERAÇÃO TRECHO/CAMPANHA		0.138	0.011	0.368	0.959
RESIDUO		0.561	0.031		

7 - Potássio

FATORES	ANOVA	SQ	QM	F	P
RIO		5.240	5.240	74.088	0.000
CAMPANHA		5.153	0.859	12.141	0.000
ITERAÇÃO RIO/CAMPANHA		2.515	0.419	5.926	0.000
RESIDUO		5.234	0.071		
TRECHO RIO MANSO		4.225	2.113	12.511	0.000
ITERAÇÃO TRECHO/CAMPANHA		6.897	0.575	3.404	0.002
RESIDUO		7.092	0.169		
TRECHO RIO CASCA		0.041	0.020	0.549	0.586
ITERAÇÃO TRECHO/CAMPANHA		0.224	0.019	0.505	0.888
RESIDUO		0.740	0.037		