ISSN: 1980-055X
Recebido em: 30/04/2010
Aceito para publicação em: 21/07/2010

RITMO CLIMÁTICO E DINÂMICA LIMNOLÓGICA NA PLANÍCIE FLUVIAL DO ALTO RIO PARANÁ, CENTRO-SUL DO BRASIL

Paulo Cesar Rocha[34]
João Lima Sant'Anna Neto[35]

RESUMO

A Planície Fluvial ou Unidade Rio Paraná constitui uma superfície plana, onde a cobertura vegetal é a principal forma de realce das formas de relevo, uma vez que as áreas altas possuem vegetação arbórea, as médias são cobertas por arbustos, as baixas por campos, e os baixios por formas higrófilas. As partes mais rebaixadas constituem corpos d'água, na forma de canais ativos e lagoas. O presente trabalho tem como objetivo, discutir a influência das variações nas condições atmosféricas que antecederam amostragens de campo de variáveis limnológicas em canais que compõem ambientes aquáticos da planície fluvial do Alto Rio Paraná e sua influência nos padrões de conectividade entre os ambientes aquáticos do sistema em estudo, auxiliados por tratamento estatístico. Os resultados apontam para a caracterização de um outro tipo de homogeneização dos ambientes aquáticos, que não aquele causado pelo transbordamento dos rios principais. Durante a atuação de massas polares, a partir da diminuição das temperaturas do ar e da água e elevação dos níveis de oxigênio dissolvido, permitindo assim que os ambientes se apresentem por algum tempo homogeneizados quanto as variáveis mensuradas.

Palavras chave: ritmo climático; dinâmica limnológica; rio Paraná

ABSTRACT

The fluvial plains or Parana River Unit constitutes an plan surface where the hood vegetable is the principal form of enhancement from the relief forms, since that the highlands has arboreal vegetation, middle lands are shrubs covered, low lands with fields and the shallows with hygrophytes forms. The most flanged parts constitute water bodies, on form of channels assets and lagoons. This study aims to discuss the influence from the variations on the atmospheric

[34] Prof. Assist. Dr. FCT/UNESP, Depto de Geografia, Rua Roberto Simonsen, 305. 19060-900, Presidente Prudente, SP pcrocha@fct.unesp.br,
[35] Prof. Titular Dr. FCT/UNESP, Depto de Geografia, Rua Roberto Simonsen, 305. 19060-900, Presidente Prudente, SP jlsn57@uol.com.br

conditions what to anticipate field samplings of limnology variables in channels that compose aquatic environments of the high Parana River fluvial plains and its influence on the connectivity patterns among the aquatic environments of the study system, assisted by statistic treatment. The results indicate a characterization by another type of aquatic environments homogenization, other than that caused by overflow from the main rivers. During the multi-skilled of Polar air masses, since air and water temperatures decreases and dissolved oxygen elevates allowing then the environments presented awhile homogenization regarding the measurable variables.

Key-words: climatic rhythm; flow regimen; Parana river

INTRODUÇÃO

A Planície Fluvial ou Unidade Rio Paraná constitui uma superfície plana, onde a cobertura vegetal é a principal forma de realce das formas de relevo, uma vez que as áreas altas possuem vegetação arbórea, as médias são cobertas por arbustos, as baixas por campos, e os baixios por formas higrófilas. As partes mais rebaixadas constituem corpos d'água, na forma de canais ativos e lagoas. A superfície da planície fluvial é o resultado da evolução de um sistema anastomosado que esteve ativo antes da implantação do atual padrão de canal. As feições nela existentes são resultantes daquele sistema, embora haja relíquias de outro padrão anterior, além das formas associadas aos canais atuais (SOUZA FILHO, 1993).

As formas originadas pelos canais anastomosados pretéritos são os diques marginais, os canais, os leques de rompimento de diques, e as partes baixas e baixios da bacia de inundação. As feições reliquiares de um padrão de canal anterior ao anastomosado são áreas fusiformes, que ocorrem em conjuntos com forma idêntica, em posição paralela ao rio Paraná. As feições associadas ao atual padrão de drenagem são os diversos tipos de barras e as áreas de acumulação associadas aos baixios e lagoas, e a canais abandonados recentemente (SOUZA FILHO & STEVAUX, 1997).

A área específica de estudos desta pesquisa corresponde à região Xa (vale dos rios Ivinheima e Pardo até o rio Paraná) de Zavatini (1992). Os totais pluviométricos anuais giram em torno de 1.300 a 1.500 mm, com fortes variações de um ano para outro. Vale destacar que nesta porção as chuvas de primavera são superiores às de verão e que no período outono-inverno os valores ficam ao redor de 400/500 mm. Segundo este autor esta região está sob o controle das correntes extratropicais, com passagens do eixo principal chegando a 50 vezes e domínio de tempo entre 70 e 90 dias. Assim, pressupõe-se que as condições de tempo ocasionadas pelas massas polares influenciam sobremaneira as características ambientais do ecossistema rio-planície fluvial no alto Paraná.

O presente trabalho tem como objetivo, estudar a influência das variações nas condições atmosféricas que antecederam amostragens de campo de variáveis limnológicas em ambientes aquáticos da planície fluvial do Alto Rio Paraná (figura 1), utilizando para os dados climáticos o suporte do conceito de ritmo climatico (MONTEIRO, 1971), assim como o relacionamento entre as

variáveis limnológicas, a variabilidade termo-pliviométrica, os sistemas produtores de tempo na escala local e regional e a influência nos padrões de conectividade entre os ambientes aquáticos do sistema em estudo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foram utilizadas duas amostragens que traduzem comportamentos distintos em termos climáticos - Agosto/99 (inverno) e Janeiro/2001 (verão), de uma série de dados obtidos entre Agosto/99 a Abril/01 (ROCHA, 2002) - e dados de a análise rítmica destes dois períodos, a partir da estação climatológica de Maringá-PR , previamente analisados por Baldo (2006). Tal estudo inova na utilização da metodologia para estudos ambientais, quando utiliza o conceito de ritmo climático no entendimento do comportamento das variáveis limnológicas, como a maior contribuição desta breve pesquisa. As amostragens a que se refere este trabalho foram efetuadas em seções nos canais do rio Baía, canal Corutuba e rio Ivinheima (figura 1).

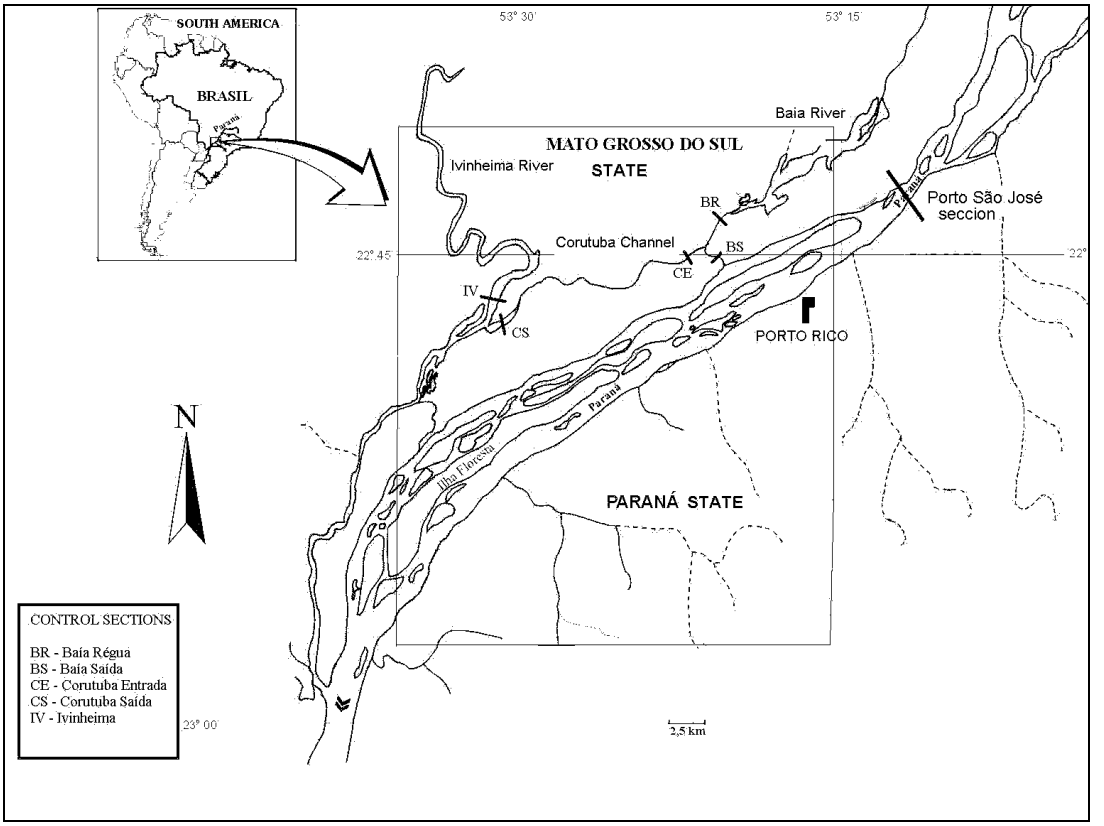


Figura 1. Localização da região de estudo: trecho de montante da planície fluvial do alto rio Paraná. Em detalhe a localização da estação fluviométrica de Porto São José (ANA/BRASIL) e das seções de estudo.

Os dados limnológicos a que se refere o trabalho foram o pH, a condutividade elétrica, o Oxigênio dissolvido, a transparência da coluna d´água, os materiais em suspensão, assim como as variáveis velocidade de fluxo,

profundidade, obtidos por medidas diretas no campo nos canais secundários acima mencionados do sistema anastomosado da planície fluvial em estudo, os quais representam espacialmente os diferentes segmentos deste ambiente lótico e semi-lótico. Não foram utilizados dados de sistemas lênticos. Os dados climáticos tabulados foram a temperatura e a precipitação pluviométrica. Tais variáveis foram abordadas de forma qualitativa e quantitativa. Os sistemas produtores de tempo e os padrões de conectividade tiveram enfoque qualitativo.

ANÁLISE DO RITMO CLIMÁTICO E SISTEMAS ATMOSFÉRICOS

Na climatologia atual, existem três conceitos importantes a respeito de processos e dinâmicas complexas: ***mudança***, que envolve a dinâmica planetária e escala de tempo geológica; ***variabilidade***, que envolve variações de elementos climáticos ao longo de uma série temporal histórica (por exemplo 30 anos); e ***ritmo***, em que a análise se dá na ordem das variações diárias dos elementos (SANT'ANNA NETO, 2003).

Nesse sentido, pode-se inferir que para as escalas espacial, *regional* e temporal do *ciclo hidrológico* (variações diárias), os conceitos que podem melhor auxiliar no entendimento funcional da ação do tempo (atmosférico) e dos processos hidrodinâmicos e ecológicos nos sistemas rio-planície de inundação ao longo de um ciclo hidrológico é o da climatologia dinâmica e o de ***ritmo*** climático de Monteiro (1971). Seguem-se na seqüência a análise dos dois períodos enfocados neste trabalho.

Agosto/99 (inverno)

No mês de agosto, quatro massas de ar frio ingressaram no país, sendo a terceira, a mais importante devido à sua atuação em quase toda as Regiões do Brasil, e se deu durante as amostragens de campo representativas de inverno. No dia 13, a terceira frente fria ingressou no sul do Rio Grande do Sul. Esse sistema deslocou-se tanto pelo interior como pelo litoral do país. Pelo interior deslocou-se até Pirapora-MG, Vera Gleba Celeste-MT e, pelo litoral até Recife-PE. A precipitação ocorreu no norte do Rio Grande do Sul e sul de Santa Catarina, com valores entre 10 e 17 mm.

Nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste houve registro de geadas e em algumas localidades do Sul do país ocorreu neve. O deslocamento do anticiclone (terceira massa de ar frio intensa) causou um forte declínio da temperatura na Região Norte e no sul da Região Nordeste. Não foi observada precipitação mensurável na estação pluviométrica de Porto São José-PR durante as amostragens de campo durante a chegada do sistema frontal (dia 13), apesar da garoa fina associada aos fortes ventos na calha do rio Paraná, observada no campo.

Análise Rítmica

Para tal análise foram utilizados os dados da estação climatológica da Universidade Estadual de Maringá-PR, como representativa para a área de estudos. O gráfico de análise rítmica deste mês corrobora as informações anteriormente mencionadas. Nele pode-se observar com destaque a atuação da

frente polar durante o período 14-18 de agosto para Maringá-PR, evidenciado pelo aumento na pressão atmosférica, da umidade relativa, da nebulosidade e a queda da temperatura (figura 2).

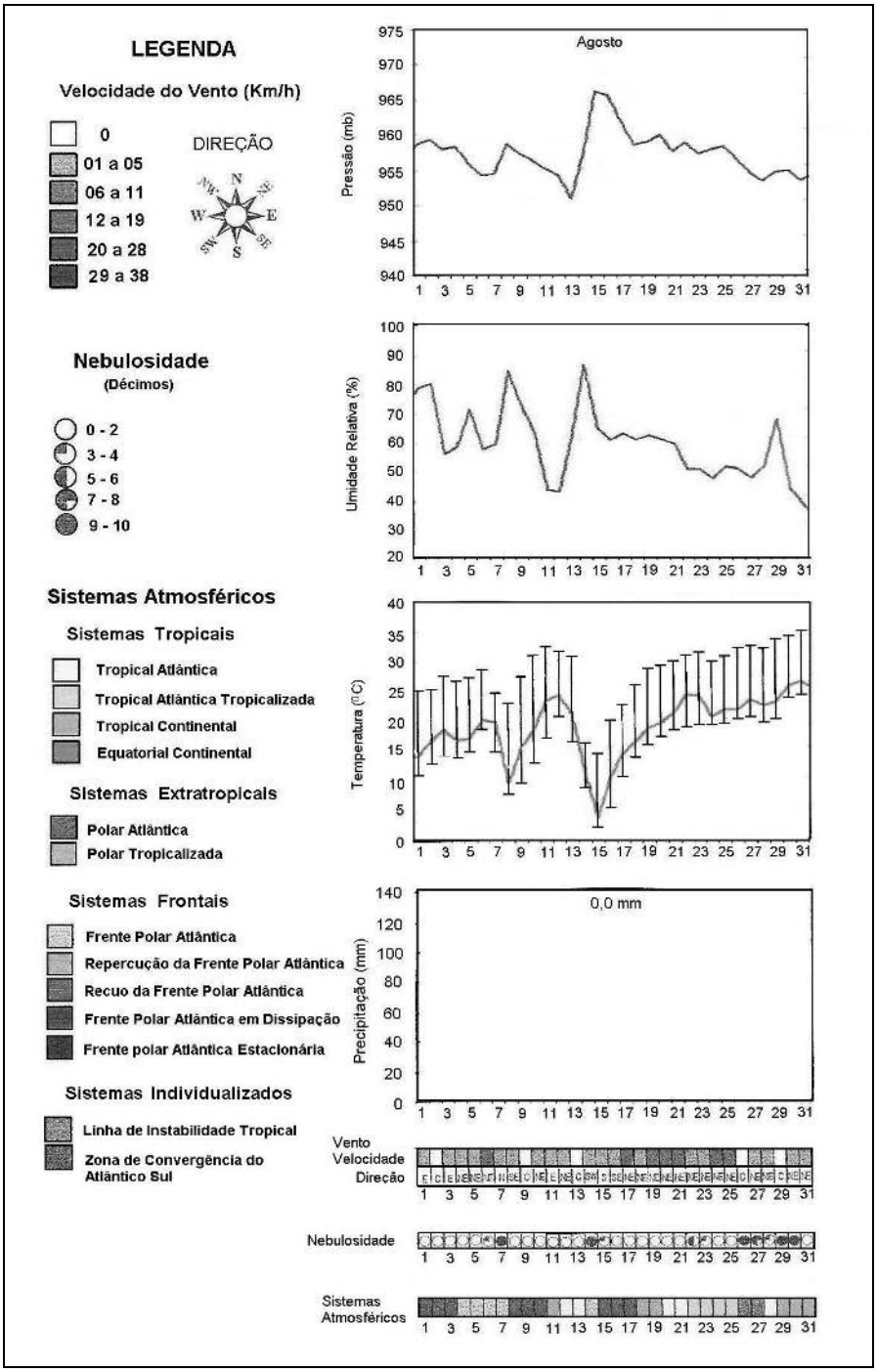


Figura 2. Gráfico parcial de análise rítmica a partir da estação climatológica de Maringá-PR do mês de agosto de 1999, com os sistemas atmosféricos, as temperaturas e chuvas. (adaptado de Baldo, 2006).

A seqüência de atuações dos sistemas atmosféricos registrados por Baldo (2006) mostrou predomínio da massa polar atlântica (PA), seguida da tropical atlântica (TA) e da frente polar atlântica (FPA) durante o inverno de 1999. Com relação ao período de amostragem desta pesquisa, foi observada a seqüência TA, FPA, PA sucessivamente entre os dias 13, 14 e 15. Em outras palavras, um aquecimento pré-frontal (TA), com temperatura superior a 32 ^{0}C e aumento da nebulosidade e ventos, entrada de frente fria (FPA) e início da queda das temperaturas, seguida do domínio do ar Polar, com queda de 30 ^{0}C das temperaturas em 3 dias na referida estação.

Dentre as variáveis de interesse, como não houve precipitação significativa na região, o fator mais importante que pode influenciar na dinâmica limnológica foi a temperatura do ar. Ocorre que nestas condições, de passagem brusca de um sistema atmosférico para outro, pode-se observar também uma relativamente rápida resposta de algumas variáveis limnológicas, como por exemplo, o Oxigênio Dissolvido (figura 7), que será discutido posteriormente.

As imagens do satélite GOES (INPE) da figura 3 e as cartas sinóticas (Marinha do Brasil) mostram a passagem do sistema FPA (dia 13/08/99) e atuação do sistema PA (dia 15/08/99) durante as amostragens na área de estudos.

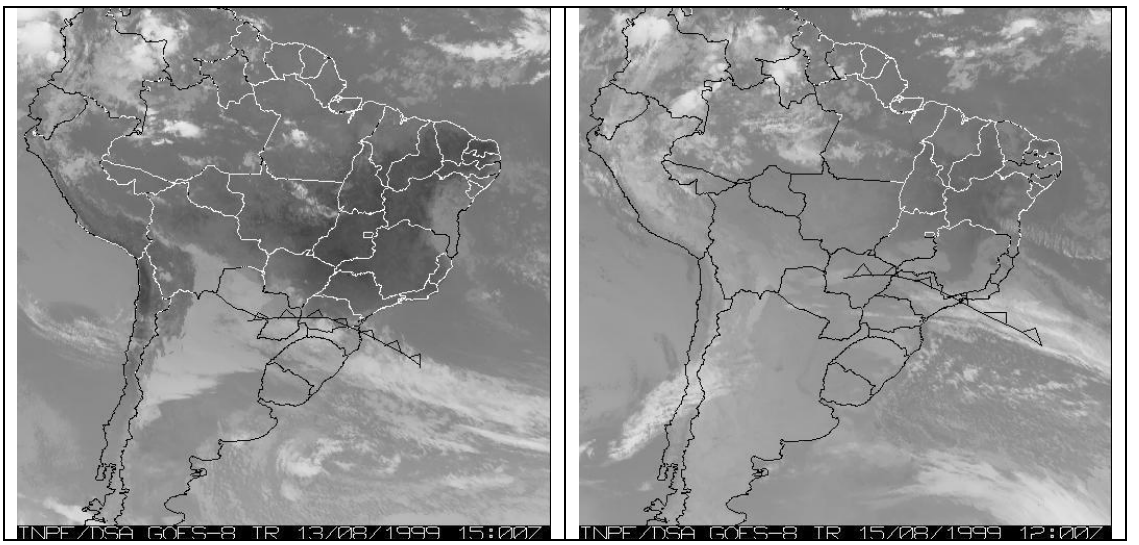


Figura 3 (a e b). Imagens do satélite GOES mostrando a entrada da frente polar (à esquerda) e a massa polar (à direita) entre os dias 13 e 15 de agosto de 1999. Fonte: INPE/Climanálise (1999).

Janeiro/2001 (verão)

Sete sistemas frontais atuaram neste mês. Estes sistemas foram de fraca intensidade e organizaram pouca convecção no interior do continente. A presença dos vórtices ciclônicos em altos níveis, em latitudes extratropicais, e do anticiclone à superfície impediram o avanço das frentes frias para latitudes acima de 15ºS. Por isso, a figura 5 apresenta a passagem dos sistemas pelo litoral.

O último sistema frontal do mês anterior encontrava-se no dia 31, em Ubatuba-SP e no início do mês de janeiro, deslocou para o Rio de Janeiro, onde

permaneceu semi-estacionário. No dia 4, o sistema enfraqueceu e deslocou-se para o oceano. Tal situação antecedeu as amostragens de campo de Janeiro/2001.

De maneira geral, a ZCIT posicionou-se ligeiramente ao norte do equador. Destaca-se que, nos períodos de 01 a 05 e 11 a 15, sua nebulosidade associava-se com a borda dos Vórtices Ciclônicos, bastante atuantes neste mês.

Devido ao posicionamento da Alta da Bolívia e do Vórtice Ciclônico em Altos Níveis, predominaram chuvas abaixo da média histórica, com déficit superior a 100 mm em praticamente toda a Região. A redução das chuvas foi marcante principalmente no setor nordeste de Goiás e leste do Mato Grosso. Contudo, como as amostragens foram realizadas no início do mês, foram contabilizados 109,2 mm de chuvas nos 15 dias anteriores a amostragem, que se deu no dia 05/01/01, registrados na estação de Porto São José e utilizados na correlação múltipla (tabela 1). As temperaturas estiveram entre 28 e 34 ^{0}C durante as amostragens.

Os sistemas associados com estas chuvas foram Complexos Convectivos de Meso-escala (CCM's) que produziram chuvas de intensidade moderada a forte. Por outro lado, o Paraná apresentou redução pluviométrica superior a 50 mm, neste mês. Os valores de Porto São José apontam baixos valores durante o início do mês. Apesar de a estação ser considerada de águas altas (verão) neste trecho do rio Paraná, os níveis fluviométricos estiveram próximos da média, não havendo eventos de transbordamento para a várzea.

Análise Rítmica

O gráfico de análise rítmica deste mês (figura 4) mostra para o período de amostragens de campo da pesquisa em questão, que a pressão atmosférica e a umidade relativa estavam em alta. A temperatura apresentou pequena queda no dia 05, contudo estava em leve ascensão. Foi observada calmaria e pouca nebulosidade. O sistema atuante foi descrito como Massa Tropical Atlântica.

Asim, as amostragens de Jan/01 parecem representar bem a condição de fluxo estável, sem influências dos rios principais, apesar dos valores de pluviosidade, onde os rios Paraná e Ivinheima se mantinham numa variabilidade estável desde outubro de 2000. As condições térmicas do ar e da água mais elevadas levam a menores valores de OD. O relacionamento entre as precipitações locais com outras variáveis precisa ser mais estudado.

Quanto às atuações dos sistemas atmosféricos registrados por Baldo (2006), a seqüência para Maringá-PR mostrou a passagem do sistema Polar Tropicalizada (PT) para o sistema Tropical Atlântico (TA) durante o início de janeiro/01.

As imagens do satélite GOES (INPE) da figura 5 e a observação das cartas sinóticas (Marinha do Brasil) mostram a atuação do sistema TA (em destaque na figura) para o período de amostragem na área de estudos.

O COMPORTAMENTO DAS VARIÁVIES LIMNOLÓGICAS NO SISTEMA FLUVIAL E AS INFLUÊNCIAS DO MEIO FÍSICO (E CLIMÁTICO)

A hipótese de haver um grande determinismo dos fatores geomórficos e hidrológicos sobre certas características dos ecossistemas da planície de

inundação foi testada com sucesso por Lewis, et al. (2000), na planície de inundação do rio Orinoco. . Em ambientes lênticos, Tundisi et al. (2004) sugerem a influência da passagem de frentes polares sobre variáveis físicas, químicas e biológicas de lagos e reservatórios de pouca profundidade, com impacto nas taxas de Oxigênio Dissolvido e freqüência de *blooms* de cyanobactérias.

Nos ambientes aquáticos da planície de inundação do rio Paraná, os níveis fluviométricos do rio Paraná tem sido considerado como o principal fator regulador das características limnológicas e bióticas por vários pesquisadores.
Do ponto de vista do correlacionamento múltiplo entre as variáveis (tabela 1), enfatizando as variáveis *Temperatura da Água*, *Temperatura do Ar* e *Chuva*, frente o comportamento das demais variáveis, pode-se destacar os seguintes fatos:

- Relacionamentos diretos: entre a Temperatura da Água e as Chuvas; do pH e o Oxigênio Dissolvido; do Oxigênio Dissolvido e a Transparência; da Condutividade com as Profundidades; dos Sólidos Suspensos Totais com a Velocidade de Fluxo; dos Sólidos Suspensos Inorgânicos com os S. S. Orgânicos (desprezado o relacionamento da Profund. Total com a da Amostra).
- Relacionamentos inversos: entre a Temperatura da Água com o Oxigênio Dissolvido e com a Transparência.

Tabela 1. Correlação Múltipla entre as variáveis limnológicas obtidas no campo.

p< 0,05	Tar	Tág	Chuva	pH	OD	Cond	Pt	Pam	TSP	SST	SSI	SSO	VF
Tar		0,27	-0,13	0,09	0,19	-0,12	0,11	0,07	0,14	0,16	0,03	0,01	0,23
Tág	0,27		**0,58**	0,33	**0,74**	-0,22	0,26	0,20	**0,52**	0,17	0,10	0,09	0,21
Chuva	0,13	**0,58**		0,29	0,22	-0,34	0,23	0,22	0,29	0,17	0,03	0,05	0,05
pH	0,09	0,33	-0,29		**0,55**	0,35	0,23	0,24	0,32	0,06	0,35	0,34	0,02
OD	0,19	**0,74**	-0,22	**0,55**		0,17	0,01	0,00	**0,62**	0,21	0,17	0,15	0,25
Cond	0,12	0,22	-0,34	0,35	0,17		**0,53**	**0,59**	0,32	0,44	0,17	0,14	0,13
Pt	0,11	0,26	-0,23	0,23	0,01	**0,53**		**0,90**	0,02	0,10	0,10	0,08	0,34
Pam	0,07	0,20	-0,22	0,24	0,00	**0,59**	**0,90**		0,19	0,08	0,11	0,09	0,27
TSP	0,14	**0,52**	-0,29	0,32	**0,62**	0,32	0,02	0,19		0,49	0,07	0,02	0,43
SST	0,16	0,17	0,17	0,06	0,21	-0,44	0,10	0,08	0,49		0,18	0,07	**0,54**
SSI	0,03	0,10	-0,03	0,35	0,17	-0,17	0,10	0,11	0,07	0,18		**0,99**	0,25
SSO	0,01	0,09	-0,05	0,34	0,15	-0,14	0,08	0,09	0,02	0,07	**0,99**		0,19
VF	0,23	0,21	0,05	0,02	0,25	-0,13	0,34	0,27	0,43	**0,54**	0,25	0,19	

Obs: pH (nível de acidez); OD (Oxigênio dissolvido); *Tar* (temperatura do ar); *Tág.* (temper. Água); Cond (Condutividade elétrica); Pt (profundidade total); *Pam* (profundidade da amostra); TSP (transparência da coluna d'água); SST (sólidos suspensos totais); SSI (sólidos suspensos inorgânicos); SSO (sólidos suspensos orgânicos); V.F. (velocidades de fluxo).

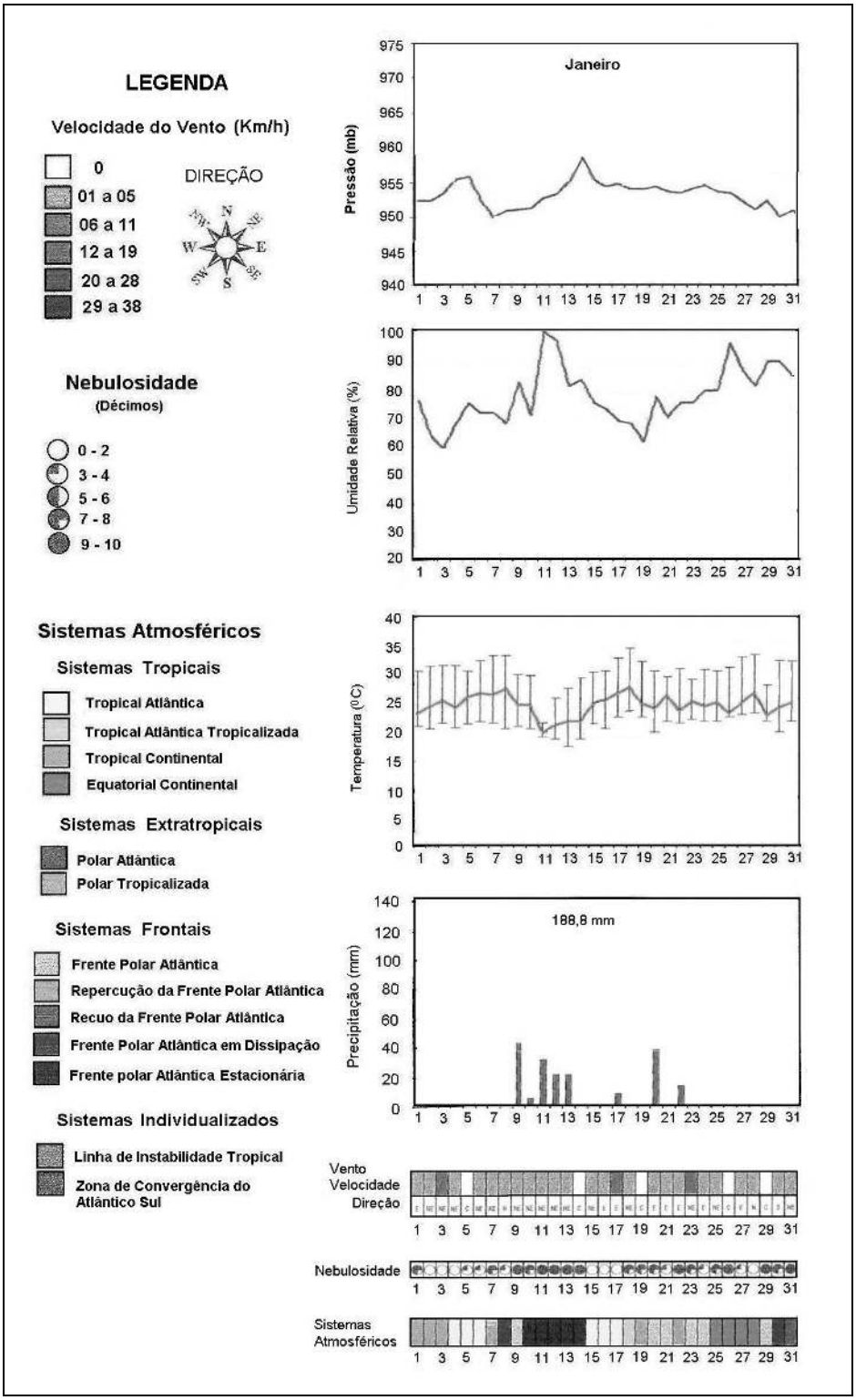


Figura 4. Gráfico parcial de análise rítmica a partir da estação climatológica de Maringá-PR do mês de janeiro de 2001, com os sistemas atmosféricos, as temperaturas e chuvas. (adaptado de Baldo, 2006).

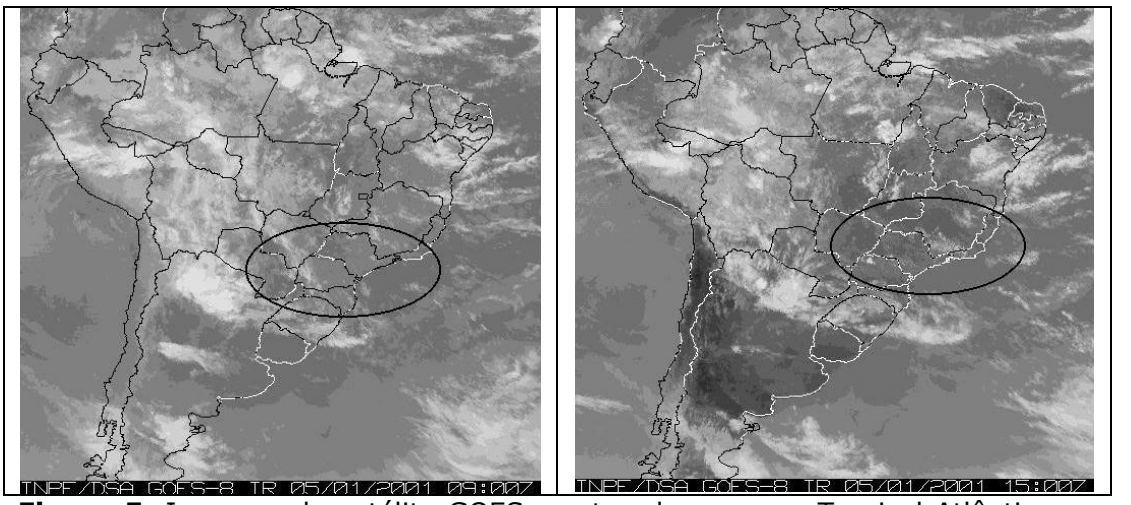


Figura 5. Imagens do satélite GOES mostrando a massa Tropical Atlântica no dia 05/01/01 na seqüência superior. Fonte: INPE/Climanálise (2001).

Dentre tais relacionamentos, ficou evidente a influência das temperaturas da água nos valores do Oxigênio Dissolvido nos ambientes amostrados. Isso evidencia que os padrões de variabilidade térmica da água podem ser determinantes na disponibilidade do Oxigênio na água e por conseqüência, no funcionamento do ecossistema aquático.

Contudo, não foi possível se perceber um maior relacionamento entre as temperaturas do ar e da água, que pode ser explicado devido o diferente comportamento do meio aquoso (calor específico) frente aos padrões de aquecimento e resfriamento da atmosfera e da superfície no entorno dos locais amostrados. Também o sistema de amostragem, pontual no tempo, leva a esta situação. Em amostragens *nictemerais*, talvez possa ser observado um melhor relacionamento entre as temperaturas do ar e da água.

Já as Chuvas locais não tiveram grande influência sobre as demais variáveis, porém, houve certo relacionamento direto com as temperaturas da água, o que pode levar também à sugestão de que as diferenças entre o comportamento das temperaturas do ar e da água podem ter sido influenciadas por chuvas locais, e devem ainda ser mais bem investigados. Tal circunstância tem importância devido ao fato de um possível efeito dominó entre as condições do tempo, as chuvas, as temperaturas e o oxigênio dissolvido, que por sua vez desencadearia outras influências ecológicas nos ambientes aquáticos.

No entanto, as análises de agrupamento e componentes principais mostraram que as seções podem ser agrupadas espacialmente e sazonalmente, considerando os períodos em que os dados foram obtidos (figuras 6 e 7). Quando se agrupam espacialmente, tal situação indica que os ambientes próximos entre si têm características particulares, que diferem de outros ambientes mais distantes, durante aquele momento ao longo do ciclo hidrodinâmico. Por outro lado, quando todos os ambientes apresentam características semelhantes entre si, tais circunstâncias levam à homogeneidade, que pode perdurar conforme a duração dos fenômenos causadores, como por exemplo, uma inundação.

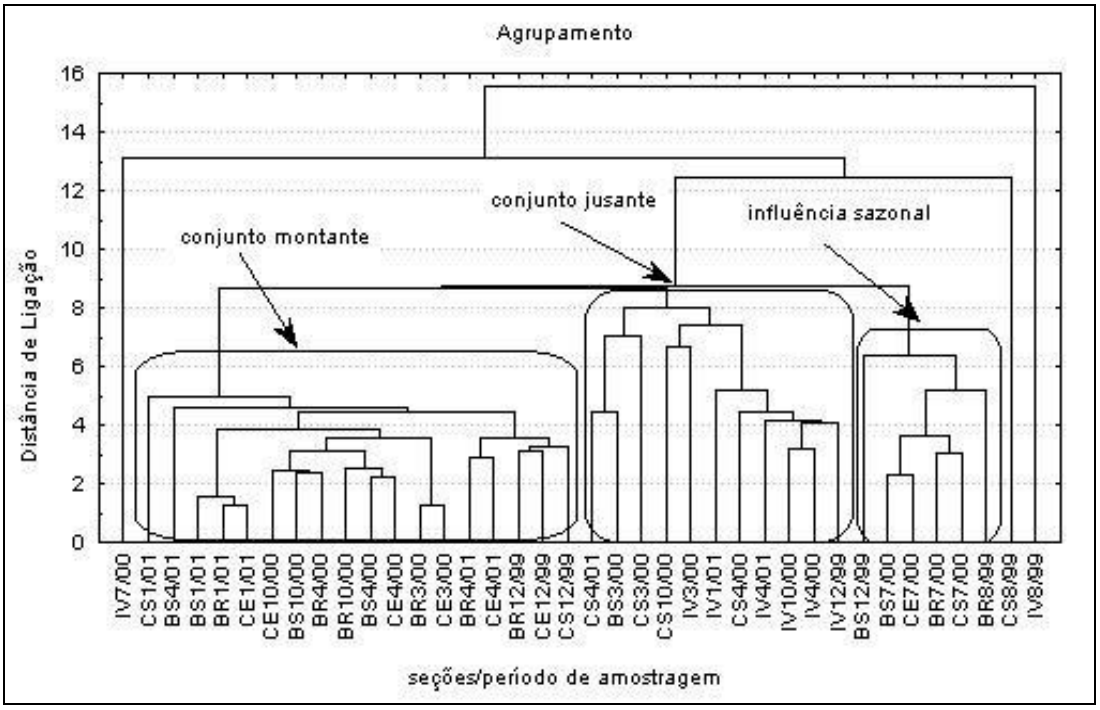


Figura 6. Análise de agrupamento para os locais, ao longo do período de amostragem.

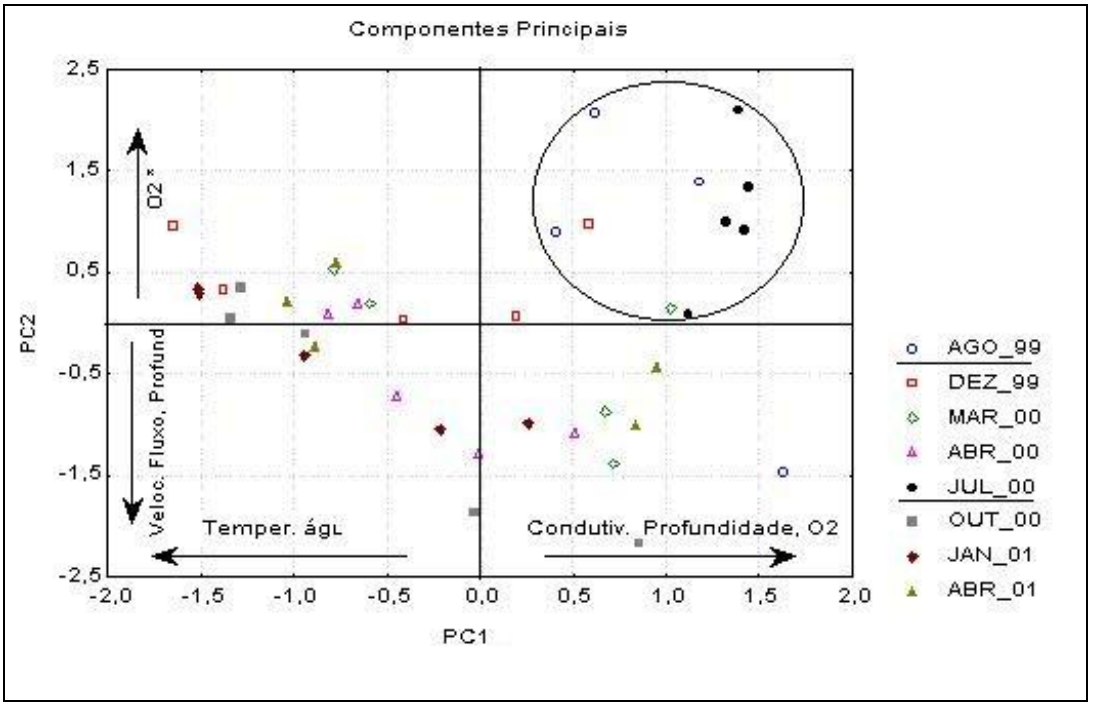


Figura 7. Análise fatorial (ACP) dos períodos de amostragem. O círculo mostra certa similaridade entre os ambientes nos períodos de ago/99 e jul/00, quando ocorreram episódios de frentes frias. * maiores valores positivos de PC2, porém abaixo de 0,7.

No caso dos agrupamentos sazonais, tal situação pode indicar que em determinados períodos, pode existir grande influência sazonal dos aspectos hidrológicos e climáticos, sobre determinados ambientes, causando semelhanças entre os mesmos, como sugere um dos agrupamentos da figura 6 para as amostragens de jul/00, e o distanciamento acentuado das amostragens de ago/99 nos pontos CS e IV, amostrados durante a atuação da massa polar atlântica. Esse tipo de relacionamento pode ainda ser causado por outros processos que causem homogeneização dos ambientes, como os pulsos hidrológicos, porém sob outras condições físicas e químicas da água nos ambientes aquáticos do sistema, e já foram identificados (THOMAZ *et al.*, 1997).

Segundo Thomas, et al. (1997), maior estabilidade temporal dos fatores limnológicos foi registrada nos rios de grande porte nesta região (rio Paraná e rio Ivinheima). Para estes autores, "a despeito das oscilações do nível hidrométrico, esses ambientes são relativamente constantes quanto à condutividade elétrica, alcalinidade total, oxigênio dissolvido e fosfato total, e a grande área da bacia de drenagem, especialmente do rio Paraná, faz com que esse ambiente seja relativamente bem tamponado, quando se considera uma escala temporal".

No entanto, quando se avalia a variação das características da água dos conjuntos de montante (seções IV e CS) e de jusante (BS, BR, CE) nos canais do sistema *rio Baía / canal Corutuba / rio Ivinheima* (Tabela 1), associando-as com as condições de fluxo durante as amostragens (Quadro I), as variações hidrométricas diárias dos rios Paraná e Ivinheima e pluviosidade local (figura 8), alguns outros detalhes podem ser mais bem observados, como discutidos a seguir.

Quadro I. Características do fluxo durante as amostragens nas seções.

Sentido do Fluxo nos Canais: *FR= fluxo remontante; AF= afogado*

período	*Conjunto montante*		*Conjunto jusante*	
Ago/99	Rio Paraná ? rio Baía	***FR***	Canal Corutuba ? rio Ivinh.	***AF***
"vento sul"	Rio Paraná ? canal Corutuba	***FR***		
Dez/99	Rio Baía ? rio Paraná		R. Paraná ? Ipoitã? r. Ivinh.	***AF***
	Rio Baía ? canal Corutuba		Canal Corutuba ? rio Ivinh.	***AF***
Mar/00	Rio Paraná ? canal Corutuba	***FR***	Canal Corutuba ? rio Ivinh.	***AF***
águas paradas	Rio Baía ? canal Corutuba			
Abr/00	Rio Baía ? rio Paraná		R. Paraná ? Ipoitã ? r. Ivinhei	
	Rio Baía ? canal Corutuba		Canal Corutuba ? rio Ivinheima	
Jul/00	Rio Paraná ? rio Baía	***FR***	Canal Corutuba ? rio Ivinh.	***AF***
frente fria	Rio Paraná ? canal Corutuba	***FR***		
Out/00	Rio Baía ? rio Paraná		Canal Ipoitã ? rio Paraná	
"Vazante após	Rio Baía ? canal Corutuba		Canal Corutuba ? rio Ivinheima	
cheia local"			Lagoas várzea ? c. Corutuba	
Jan/01	Rio Baía ? rio Paraná		R. Paraná ? Ipoitã? r. Ivinh.	***AF***
	Rio Baía ? canal Corutuba		Canal Corutuba ? rio Ivinh.	
Abr/01	Rio Baía ? rio Paraná		R. Paraná ? Ipoitã? r. Ivinh.	***AF***
	Rio Baía ? canal Corutuba		Canal Corutuba ? rio Ivinh.	***AF***

Eventos como "vento sul", antecedendo frentes frias, elevações nos níveis dos rios Paraná e/ou Ivinheima e precipitações locais podem causar mudanças na variabilidade hidrodinâmica (características do fluxo e da qualidade da água) dos canais semi-lóticos do sistema anastomosado da planície fluvial. As principais mudanças nas características hidrodinâmicas são desencadeadas por alterações nas condições de fluxo (fluxo remontante, afogamento dos canais, regimes de vazante).

Situações de *fluxo remontante* são comuns, como ocorre nos canais de ligação do sistema anastomosado com o rio Paraná (canal Ipoitã e saída do rio Baía); situações de *afogamento* são também comuns, como ocorre no trecho da saída (confluência com o rio Ivinheima) do canal Corutuba, onde tendem a perdurar por mais tempo do que nos canais de ligação, onde também ocorrem como transição entre o fluxo normal e o fluxo remontante.

Regimes de *vazante* são aqui referidos como a condição de fluxo nos canais do sistema anastomosado, em que o fluxo se dá no sentido normal (quando os canais secundários deságuam no rio Paraná, como afluentes), com maiores velocidades, sucedendo períodos de maiores níveis das águas no sistema anastomosado. Em todos os casos, tais condições devem ser interpretadas em conjunto com as variações hidrométricas e pluviométricas nos entornos do sistema.

Assim, durante eventos que causam o "afogamento" na saída do canal Corutuba (CS), pode-se observar nitidamente baixos valores de materiais em suspensão (mg/L), como nas amostragens de *Ago/99, Jul/00, Abr/01*, quando o sistema estava "afogado" pelo fluxo do rio Ivinheima, e o fluxo local trabalhando muito lentamente (semi-lótico a lêntico), com baixas velocidades de fluxo. Isso deve ter conduzido à decantação das partículas mais pesadas em movimento. Os fatores fluviométricos associados a tal condição devem ser as maiores velocidades de fluxo no rio Ivinheima, o seu nível hidrométrico. Possíveis diferenças na densidade dos corpos aquáticos, além dos níveis de água nas lagoas marginais ao canal Corutuba nesta região podem contribuir com este fato também.

Já no caso do regime de fluxo remontante no sistema de montante (seções BS e BR) - que coincidem com os principais eventos de afogamento do conjunto de jusante, como ocorrido em Ago/99, Jul/00 e Abr/01, sua ocorrência mostra um aumento dos teores de oxigênio dissolvido nestes locais, pela contribuição do sistema lótico do rio Paraná. No entanto, durante episódios de baixas temperaturas (Ago/99 e Jul/00), foram obtidos os maiores valores de OD, independente da condição de fluxo observada. Tal fato mostra a relevância das condições atmosféricas sobre os ambientes.

Observou-se, quanto ao regime hidrométrico dos rios Paraná e Ivinheima, que os ambientes BR (conjunto de montante) e CS (conjunto de jusante) tiveram comportamentos diferentes após eventos de cheias (regime de vazante) dos rios Paraná e Ivinheima, respectivamente (Abr/00 - Paraná, e Out/00 - Ivinheima), sendo que ambas se mantinham com fluxo livre durante as amostragens. Durante a *vazante após a cheia do rio Paraná*, a seção CS apresentou altos valores de sólidos em suspensão, baixos valores de transparência, baixos valores de OD e de pH, mostrando também uma alta taxa de alteração durante tal evento. A seção BR apresentou baixos valores de sólidos em suspensão, altos valores na transparência da coluna d'água, e pouca alteração dos demais fatores.

A vazante do rio Ivinheima, tem efeito restrito, quase que exclusivamente às seções IV e CS (quadro I). Porém, como os dois rios estavam abaixando os seus níveis, coube uma certa comparação das vazantes nas seções CS e BR. Assim, na seção CS foram observados altos valores de sólidos em suspensão, baixos valores de transparência, altos valores de condutividade elétrica, baixos valores de OD e de pH, revelando novamente alta taxa de alteração das características gerais da água nesta seção. A seção BR apresentou como alteração, apenas os altos valores de sólidos em suspensão, típicos de vazante, dada pela remoção de partículas inorgânicas promovidas pelo fluxo livre, visto que a cheia do rio Ivinheima não atingiu tal seção.

Durante os períodos de fluxo livre, contudo, as águas dos canais do sistema anastomosado apresentam características próprias, relacionadas com a energia do fluxo e aporte de matéria dos ambientes da várzea, e também ao tempo de relaxamento entre os eventos hidrológicos dos rios principais e às precipitações locais. As amostragens de Jan/01 parecem representar bem as características das águas nestes canais, sob condição de fluxo estável, sem influências dos rios principais ou de altos valores de pluviosidade, onde os rios Paraná e Ivinheima se mantinham numa variabilidade estável desde outubro de 2000. As características da água durante as amostragens de Jan/01, frente às condições de fluxo (quadro I; figura 8), parecem estar mais próximas das condições médias atuais em regime de fluxo estável, considerando a amplitude do período de amostragens nos canais estudados (Ago/99 a Abr/01).

No entanto, é provável que exista pouca preditibilidade temporal da ocorrência de fluxo livre atualmente, considerando as alterações do regime fluviométrico do alto rio Paraná pelos barramentos a montante. Contudo, os eventos de cheias dos rios Paraná (verão) e Ivinheima (bimodal: primavera e verão), e as ocorrências de frentes polares (inverno) são mais previsíveis durante o ciclo hidrodinâmico nesta região. Durante os eventos de "frentes frias" de média/alta intensidade, as alterações nas condições do tempo nesta região, como a súbita queda das temperaturas e chuvas de vento, podem ter grandes influências nas condições de fluxo e nas características físicas e químicas da água, como mostra o gráfico da figura 7.

A passagem da frente polar, associadas à estabilização do fluxo com correnteza, parece provocar maiores disponibilidades de OD na água, com a diminuição das temperaturas do ar e da água, permitindo menor solubilidade do gás. Os resultados de Ago/99 e Jul/00 se diferenciaram dos demais, principalmente quanto aos padrões de condutividade e OD, como sugere o gráfico obtido da análise de componentes principais na figura 7 (também sugeridos pela análise de agrupamento, na figura 6). Apesar de não ter sido tomada para análise climática, a amostra do mês de julho/2000 também foi representativa do inverno e atuação de sistemas polares. Além disso, o refluxo e a turbulência provocados pelo vento forte durante a passagem da frente podem acelerar processos erosivos marginais e revolvimento intenso do fundo de ambientes rasos, liberando enorme quantidade de materiais em suspensão para os canais durante a fase de turbulência, que gradativamente serão transportados e depositados de acordo com as condições de fluxo que se seguirem a tais eventos.

A respeito da influência das temperaturas nos ambientes aquáticos nesta região, Thomaz, *et al*. (1997) considerou que as maiores diferenças de temperatura entre o verão e o inverno, juntamente com os pulsos de inundação,

contribuem para a sazonalidade dos ambientes aquáticos da planície de inundação. A interação entre as temperaturas e os níveis hidrométricos pode ser observada sobre a biomassa fitoplanctônica (clorofila-*a*). A figura 9 mostra os valores médios mensais das temperaturas e níveis fluviométricos e das medidas de clorofila-*a* em lagoas da região em estudo.

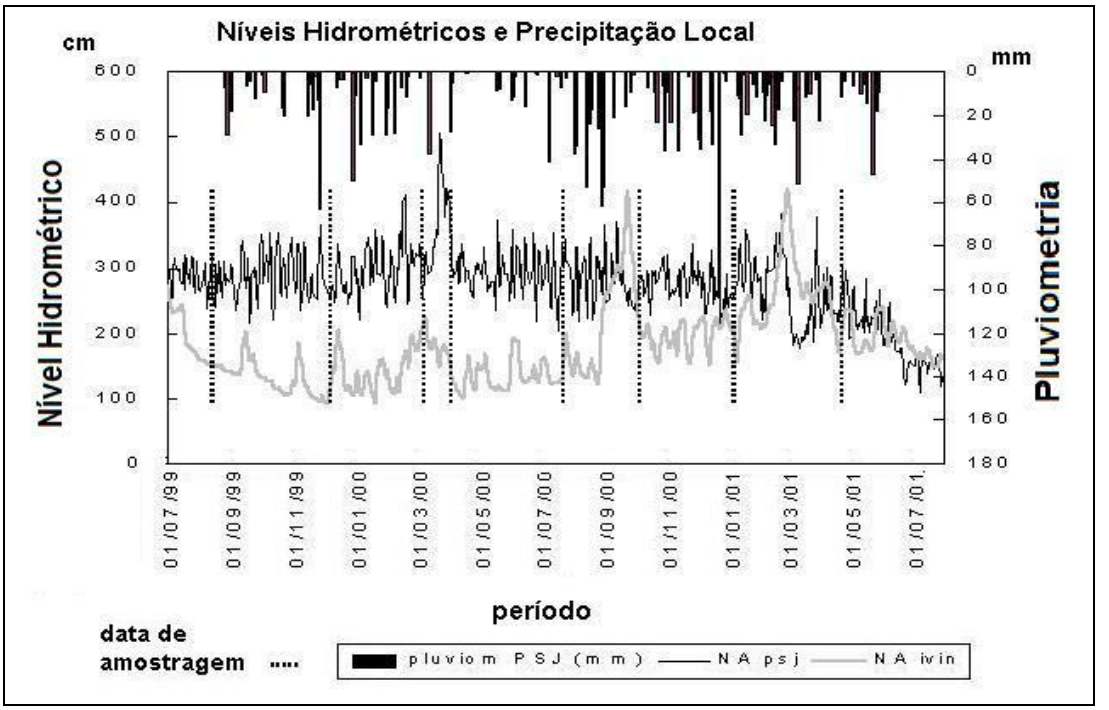


Figura 8. Níveis Fluviométricos e Pluviosidade durante as amostragens. Em destaque a condição de fluxo na data da amostragem (quadrados: branco (NA no r. Paraná); cinza (NA no r. Ivinheima).

Nesta figura, contudo, os maiores valores de clorofila-a aparecem nos meses de agosto (87 e 88) e setembro (88), coincidindo com meio e fim do inverno do hemisfério sul. Em termos hidrométricos, nesta época são de águas baixas/enchente (no sentido da subida da água e não de cheia), como mostra o gráfico, e de ação mais freqüente de frentes polares. Ocorre que após a passagem das frentes, com instabilidade e diminuição da insolação, estabelece-se a massa polar, com tempo bom e maiores taxas diárias de insolação, quando as temperaturas baixas começam a subir novamente e o ar frio é substituído, possibilitando maiores concentrações da biomassa fitoplanctônica, representada pela clorofila-*a*, podendo ser esta a explicação das maiores concentrações mostradas na figura em discussão. Contudo, são necessários melhores estudos sobre o tema para maiores detalhes e exatidão das conclusões.

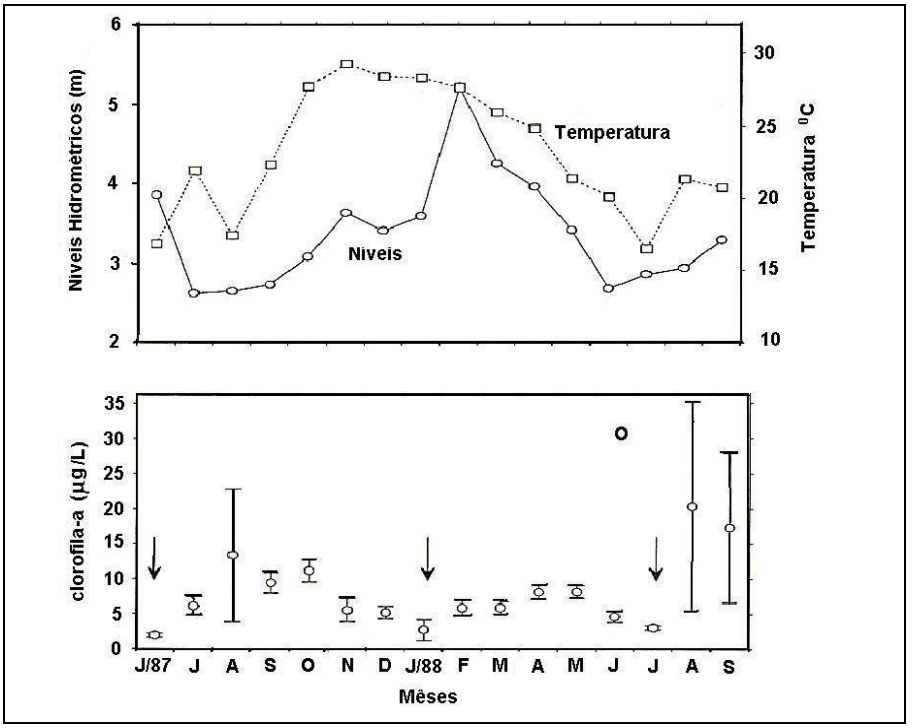


Figura 9. Níveis hidrométricos e temperaturas (médias mensais) no rio Paraná e concentrações médias (+/- erro padrão) da clorofila-a de lagoas da planície fluvial, apresentados por Thomaz et al. (1997). As setas indicam níveis mais baixos, relacionados pelos autores com menores temperaturas e/ou maiores níveis hidrométricos. (fonte: Thomaz et al. (1997).

As variáveis com maior amplitude de alteração nos seus valores, considerando os valores do coeficiente de variação (CV.), foram a transparência da coluna d'água e os materiais em suspensão (SST, SSI, SSO). Os ambientes com maiores amplitudes de variação das variáveis foram a seção CS, no conjunto de jusante, e as seção BS e BR, no conjunto de montante. Estas seções mostraram ainda alta variabilidade nas concentrações de OD (CS) e nas velocidades de fluxo (BS e BR), respectivamente (figura 10).

Tais fatos sugerem que estes ambientes são mais sensíveis às alterações provocadas pela conectividade com os ambientes aquáticos adjacentes (canais e lagoas), pelas condicionantes hidrológicas (níveis fluviométricos dos rios Paraná e Ivinheima, sentido do fluxo nas ligações, precipitações locais) e pelas massas de ar atuantes na região (queda nas temperaturas do ar e da água).

Comparativamente, as variações das temperaturas e condutividade tiveram os mesmos padrões daqueles apresentados por Thomaz *et al*. (1997) para os ambientes semi-lóticos nesta região. A transparência da coluna d'água e oxigênio dissolvido apresentaram valores de variação um pouco maiores, principalmente na seção CS, do que os valores médios dos autores acima citados.

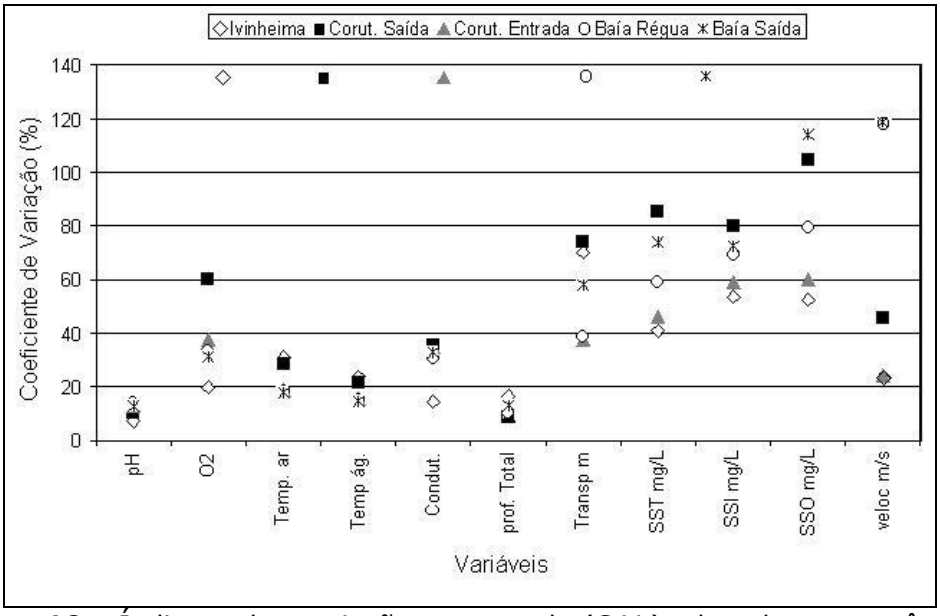


Figura 10. Índices de variação temporal (C.V.) de alguns parâmetros limnológicos no sistema rio Baía/canal Corutuba/rio Ivinheima. Dados obtidos entre Ago/99 e Abr/01.

CONCLUSÕES

Foi possível iniciar uma discussão de dois conjunto de informações que fazem parte da essência desta proposta: A dinâmica fluvial em seu aspecto espacial e temporal e das condicionantes climáticas sob a ótica do ritmo climático.

Quando se avalia uma quantidade grande de variáveis relacionadas à dinâmica fluvial nos canais que cortam a planície do rio Paraná nesta região, pode-se perceber que existem variações espaciais das condições gerais da água, que se alteram ao longo do tempo, podendo, em determinadas épocas, serem mais homogêneas, diminuindo as diferenças espaciais.

Os principais fatores responsáveis pelas variações espaciais e sazonais, se relacionam com as condições de fluxo do sistema (níveis fluviométricos, velocidades de fluxo, sentido do fluxo), mais especificamente nos eventos de alagamento da várzea pode ocorrer homogeneização dos ambientes, e agora, pode-se dizer os aspectos climáticos (chuvas e frentes). Dentre os elementos climáticos, o breve ensaio pode mostrar, ainda que qualitativamente, que a variação das temperaturas parecem ter grande influência na interação entre as demais variáveis limnológicas. Já é de conhecimento comum que as temperaturas influenciam nas taxas de Oxigênio no ar e na água, contudo há um certo dinamismo em cada ecossistema e que pode ser particularmente avaliado, em conjunto com outros elementos climáticos, cujo estudo e aplicação metodológica foi o objeto deste trabalho.

Assim, foi possível observar que, de modo geral, quando sob condições de ***intensa atividade dos sistemas polares*** (frente polar e massa polar atlântica), com diminuição brusca das temperaturas, o Oxigênio Dissolvido

atinge maiores concentrações, que foram observadas, quando comparado com outros sistemas atmosféricos atuantes, e repercutiram na análise de componentes principais (PCA) de forma a sugerir também ***homogeneização dos ambientes*** durante tais episódios.

AGRADECIMENTOS

A CAPES/CNPq, pelo apoio financeiro para esta pesquisa; ao GAIA/FCT/UNESP, pelo apoio na obtenção e interpretação dos dados climatológicos.

REFERÊNCIAS

BALDO, M.C., **Variabilidade pluviométrica e a dinâmica climática na bacia hidrográfica do rio Ivaí-PR.** Tese de Doutorado - FCT/UNESP. Presidente Prudente-SP.152 p. 2006.

INPE/Climanálise, **Boletim Climatológico**. Agosto de 1999. www.inpe.br/climanálise. 1999.

INPE/Climanálise, **Boletim Climatológico**. Janeiro de 2001. www.inpe.br/climanálise. 2001.

LEWIS, W.M.Jr., HAMILTON, S.K., LASI, M.A., RODRIGUES, M. & SAUNDERS III, J.F., Ecological Determinism on the Orinoco Floodplain. **BioScience***,* vol. 50, n. 8., pp 681-692. 2000.

MONTEIRO, C.A. de F., **Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. São Paulo: USP/IG. 1971.

ROCHA, P.C. **Dinâmica dos canais no sistema rio-planície fluvial do alto rio Paraná, nas proximidades de Porto Rico-PR**. Tese de Doutoramento – UEM/PEA. Maringá-PR, 2002.

SANT`ANNA NETO, J.L. Da complexidade física do universo ao cotidiano da sociedade: mudança, variabilidade e ritmo climático. **Terra Livre** – AGB: São Paulo. Ano 19, v. 1, n. 20. 51-63 p., 2003.

SOUZA FILHO, E.E., **Aspectos da Geologia e Estratigrafia dos Depósitos Sedimentares do Rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaíra (PR).** Tese de Doutorado. Instituto de Geociências/USP. São Paulo-SP. Inédito. 1993.
SOUZA FILHO, E.E. & STEVAUX, J.C., Geologia e Geomorfologia do Complexo Rio Baía, Curutuba, Ivinheima. In: In: VAZZOLER, A.E.A.M., AGOSTINHO, A.A., HAHNN, N.S. (eds), **A PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO ALTO RIO PARANÁ**. UEM-Nupelia. 1997.

THOMAZ, S.M., ROBERTO, M.C. & BINI, L.M., Caracterização Limnológica dos Ambientes Aquáticos e Influência dos Níveis Fluviométricos. In: VAZZOLER,

A.E.A.M., AGOSTINHO, A.A., HAHNN, N.S. (eds), **A Planície De Inundação Do Alto Rio Paraná**. UEM-Nupelia, Maringá-PR. 1997.

TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T., ARANTES JUNIOR, J.D., TUNDISI, J.E.M., MANZINI, N.F. & DUCROT, R. The response of Carlos Botelho (Lobo, Broa) reservoir to the passage of cold fronts as reflected by physical, chemical and biological variables. **Braz. Journal Biol**. 64. 177-186 pp., 2004.

ZAVATINI, J.A., Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. **Geografia**. Rio Claro-SP, Vol. 17, n. 2..65-90 p., 1992.