

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA NA REPRESA DE TUCURUÍ, PARÁ, COM UTILIZAÇÃO DE IMAGENS TM

Cláudia Zuccari Fernandes Braga
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515
12201 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

Neste trabalho são discutidos os resultados preliminares da avaliação da distribuição de clorofila total na superfície da represa de Tucuruí, Pará, a partir de dados de campo e orbitais coletados durante o período de seca de 1989. Em 16 de julho a área de estudo correspondeu a um braço da represa, o do rio Pucuruizinho, onde foram amostrados 15 pontos ao longo de todo o canal; em primeiro de agosto, além dos 15 pontos no rio Pucuruizinho foram amostrados outros 15 pontos ao longo de um perfil traçado do interior do braço da Fazenda Belaço até a ilha do Paulão, localizada na desembocadura do Pucuruizinho. Nestas estações foram medidas a profundidade Secchi e a temperatura superficial, a concentração total de clorofila, o total de sólidos em suspensão e nutrientes. Os dados de campo e os dados digitais das imagens TM nas bandas 1, 2, 3, 4 e 6 referentes aos locais de coleta nas duas datas são tratados estatisticamente e discutidos à luz de todas as informações disponíveis sobre a região estudada.

ABSTRACT

Results of a preliminary analysis of the chlorophyll surface distribution in Tucuruí Reservoir are presented. Data were obtained during the 1989 dry period, simultaneously to TM/LANDSAT overpass, in July, 16th, and August, 1st. Information about quality water parameters (surface temperature, Secchi depth, total chlorophyll content, total suspended solids and nutrients) was collected in 15 sampling sites in the first date, and in 30 sampling sites in the second one. Digital data were extracted from TM bands 1, 2, 3, 4 e 6 corresponding to the same sampling sites. Simple Linear Correlation Analysis was applied to both sets of data to access phytoplankton primary productivity over all the reservoir water body.

1. INTRODUÇÃO

A construção de barragens artificiais no Brasil vem sendo acelerada em função da crescente demanda de fontes energéticas para atender às necessidades de desenvolvimento do país, uma vez que as usinas hidrelétricas apresentam a menor relação de custo/benefício na situação atual.

No entanto, o represamento de rios provoca uma série de outras mudanças ambientais que devem ser consideradas de antemão para evitar danos ao ambiente e ao próprio desempenho do projeto hidráulico. Na transformação de rio em represa o corpo d'água tem sua velocidade de fluxo bastante reduzida, passando a apresentar gradientes verticais em termos de temperatura e de outros parâmetros de qualidade de água como, por exemplo, a concentração de clorofila, sedimentos em suspensão, e etc. Devido a isto, as represas estão sujeitas a se tornar depósitos de nutrientes e substâncias tóxicas em geral trazidas pela rede de drenagem que podem acarretar sérios problemas à qualidade da água. destes, a eutrofização se configura como um dos mais expressivos. Além da repercussão dos desequilíbrios do ecossistema

aquático na qualidade do meio ambiente terrestre circunvizinho.

A eutrofização é um processo natural de enriquecimento de lagos, represas ou rios, em consequência de um aumento de nutrientes na água (nitrogênio e fósforo), através da atividade fitoplanctônica de produção primária. A detecção das concentrações de clorofila na água constitui-se de um meio eficaz de avaliação da produtividade primária do meio. Dadas as dificuldades de se avaliar as condições de qualidade de um corpo d'água como um todo utilizando-se os métodos de estudo convencionais, novas técnicas têm sido associadas a estas buscando-se aprimorar e baratear os custos das atividades de gerenciamento das represas e mananciais em geral.

Apesar de já ter sido realizado no país um grande número de estudos referentes à ocupação e uso do solo através da utilização de imagens de satélite (vide, por exemplo, Paestrino et alii, 1973; Lombardo et alii, 1980; e Pereira et alii, 1988) o mesmo não se constata em relação aos estudos de qualidade da água, onde um grupo pequeno de pessoas vem investindo

esforços há menos de uma década na tentativa de desenvolver metodologias para a avaliação e o monitoramento de ecossistemas aquáticos envolvendo técnicas de sensoriamento remoto. A grande maioria destes trabalhos foi desenvolvida dentro do próprio INPE, e dos que já estão concluídos podem ser citados os trabalhos de Sausen (1981), Bentancurt (1981) e Braga (1988). Entre a comunidade científica internacional, no entanto, já se encontra um volume razoável de trabalhos nesta área de qualidade de água, tais como o de McCluney (1976), um dos pioneiros, Le Croy (1982) e Trees (1986).

Na região amazônica, a ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. - cumpre a função de estabelecer os planos de ocupação em termos de usinas hidrelétricas. Diversos estudos tem sido feitos, sob seus auspícios, para o "conhecimento do cenário ecológico e social da Área de Influência, bem como para a implantação de projetos que viabilizem o aproveitamento dos recursos disponíveis e minimizem os impactos ambientais causados pelo empreendimento" (Eletronorte, 1988).

Neste contexto foi elaborado no INPE/SJC um amplo projeto para o estudo da Represa de Tucuruí, através de dados de satélites multiespectrais, visando a compreensão das interações entre o sistema aquático e a região terrestre circundante. Estes projetos contam com o apoio da Eletronorte na infraestrutura de coleta de dados de campo e análise de amostras de água em laboratório. No presente relato, conforme sugere o título, serão discutidos mais especificamente os dados referentes à distribuição de clorofila no reservatório, considerando-se os outros parâmetros apenas para estabelecer hipóteses que surjam da análise dos dados principais.

A Usina Hidrelétrica de Tucuruí - UHE Tucuruí - , localizada no rio Tocantins, Pará, cujo fechamento se deu em 1985, é um exemplo típico de alteração ambiental ocasionada pela construção de barragens. Possui uma área de inundação de 2430 Km², volume de 45,8 Km³ e sua bacia de drenagem é de 758000 Km² (Novo e Pires, 1990). A ocupação humana na região cresce com o aparecimento de projetos agropecuários, exploração de madeira, etc, e a demanda de conhecimento destes novos ecossistemas para utilização e manejo produtivos é também crescente.

2. MÉTODOS

A abordagem utilizada nesta avaliação preliminar baseia-se na aplicação de testes estatísticos de Correlação entre conjuntos de dados de campo e de dados multiespectrais do sensor TM/LANDSAT.

Os dados de campo foram obtidos diretamente, ou a partir de amostras de água analisadas em laboratório, em diversas estações de coleta. Foram levantados os seguintes

parâmetros de qualidade de água concernentes à presente discussão:

- Temperatura superficial (TEMP)
- Demanda química de oxigênio (DQO)
- Ferro total (FE)
- Silicato (SILIC)
- Amônia total (AMON)
- Nitrito (NO₂)
- Nitrato (NO₃)
- Fósforo total (FOSFT)
- Total de sólidos em suspensão (TSS)
- Clorofila pigmentos totais (CLOR)
- Profundidade Secchi (SEC)

Os dados multiespectrais foram extraídos de duas imagens obtidas pelo sensor TM do satélite LANDSAT-5 nas bandas 1 (450-520 nm), 2 (520-600 nm), 3 (630-690 nm), 4 (760-900 nm) e 6 (10400-12500 nm) e representam, na primeira data, a média dos valores digitais de uma área de 5 x 5 "pixels", ou 150 m x 150 m, correspondentes às estações de coleta de dados no campo. Na segunda data a amostragem foi feita numa área de 3 x 3 "pixels", ou 90 m x 90 m, obedecendo aos mesmos critérios.

Foram realizadas também duas coletas de dados em campo: a primeira em 16 de julho de 1989, na área do rio Pucuruizinho, onde se estabeleceram 15 estações amostrais, localizadas em "clareiras" entre as regiões de paliteiros, já que estes possuem um comportamento espectral próprio que mascararia a informação espectral proveniente da água propriamente dita. A segunda coleta foi realizada em primeiro de agosto do mesmo ano, e nesta data se estabeleceram 30 estações de coleta ao longo de um trajeto transversal ao corpo da represa, desde a região da Fazenda Belauto até o interior do rio Pucuruizinho.

Estas amostragens em campo foram realizadas nos mesmos dias de passagem do satélite sobre a região de estudo, e no menor intervalo de tempo possível, para garantir melhor correspondência entre os dados de campo e os orbitais.

Na segunda data, a ocorrência de nuvens sobre a região do rio Pucuruizinho impediu a extração de informações multiespectrais em seis dos pontos amostrais.

A região amostrada da represa foi escolhida buscando-se representar diferentes condições de influência do uso da terra no corpo d'água. Na região da Fazenda Belauto o divisor de águas fica bem próximo às margens da represa, fazendo com que o corpo d'água, neste local, receba uma contribuição terrestre desprezível em termos de nutrientes, sedimentos, etc. Na região do rio Pucuruizinho a situação é inversa, e a bacia de captação é responsável pelo aporte à água de uma carga de sedimentos significativa (Pereira Filho, 1990).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro teste estatístico realizado refere-se à investigação das estruturas de correlação existentes entre os parâmetros medidos em campo. Os coeficientes "r" obtidos estão listados nas Tabelas 1 e 2.

Considerando-se um nível de confiança de 99% para o teste "t" de Student (ref), observou-se haver correlação entre os seguintes parâmetros de qualidade de água:

Em 16 de julho de 1989:

TEMP e SILIC $r = 0,82$
FE e SILIC $r = -0,69$

E em primeiro de agosto de 1989:

FE e SILIC $r = -0,89$
FE e DQO $r = 0,70$
SILIC e DQO $r = -0,84$
FOSFT e DQO $r = 0,57$
SEC e DQO $r = -0,69$
SEC e TSS $r = -0,72$
SEC e CLOR $r = -0,64$
TSS e CLOR $r = 0,91$
NO2 e NO3 $r = 0,97$
NO2 e DQO $r = -0,80$
FOSFT e TEMP $r = 0,62$
FOSFT e AMON $r = -0,85$

A seguir foram calculados os coeficientes de correlação entre os dados coletados no campo e os dados extraídos das imagens multiespectrais, que estão listados nas Tabelas 3 e 4.

Trabalhando-se ainda num intervalo de 99% de confiança, encontram-se correlacionados:

Em 16 de julho de 1989:

SILIC e B3 $r = -0,67$

E em primeiro de agosto de 1989:

SEC e B1 $r = -0,68$
SEC e B2 $r = -0,71$
SEC e B3 $r = -0,77$
SEC e B4 $r = 0,58$
DQO e B4 $r = 0,72$
FE e B4 $r = 0,61$
SILIC e B4 $r = -0,72$
FOSFT e B4 $r = 0,59$
TSS e B1 $r = 0,71$
TSS e B2 $r = 0,90$
TSS e B3 $r = 0,83$
TSS e B6 $r = -0,52$
CLOR e B1 $r = 0,77$
CLOR e B2 $r = 0,87$
CLOR e B3 $r = 0,75$
NO3 e B3 $r = -0,93$
NO2 e B4 $r = -0,83$

A despeito de, no atual estado da arte, haver razoável concordância entre os autores quanto aos parâmetros físicos, químicos e

biológicos da água passíveis de serem estimados através de sensores multiespectrais e quanto às regiões espectrais mais indicadas para fazê-lo (), as condições específicas de cada corpo d'água em cada determinada situação vão determinar o refinamento metodológico adequado ao seu próprio caso.

Dentre todos os parâmetros analisados apenas a clorofila, o ferro, o total de sólidos em suspensão e a profundidade Secchi possuem a propriedade de interferir no comportamento espectral do corpo d'água (Ohlhorst e Bahn, 1979; Bricaud e Sathindranath, 1981). As medidas de silicato podem ser incluídas neste grupo porque, em última instância, também constituem-se de uma fração do TSS. Assim, são estes dados, e principalmente as medidas de clorofila (ou pigmentos totais) que fornecerão subsídios para se avaliar espectralmente as condições de produtividade primária da represa. Os outros parâmetros serão considerados mais em função de se caracterizar limnologicamente a massa d'água.

Uma análise das Tabelas 1 e 2 indica apenas dois parâmetros de qualidade de água correlacionados entre si nas duas datas: FE e SILIC. Em ambas o coeficiente "r" calculado foi bastante significativo e isto implica em que nesta data seja impossível estimar estes dois parâmetros individualmente através dos dados digitais extraídos das imagens. Analisando-se as Tabelas 3 e 4, observa-se que na primeira data apenas o SILIC apresentou-se correlacionado com a banda 3, mas dentro de um nível de confiança de 95% poder-se-ia afirmar que o FE se correlaciona com a mesma banda 3, e ambos FE e SILIC também com a banda 4. Na segunda data ambos se encontram correlacionados com a banda 4, e não com a banda 3. Como os resultados dos testes de correlação indicam apenas a possibilidade de haver qualquer estrutura de correlação entre duas variáveis, e os valores de "r" entre FE e SILIC com B3 e B4, na primeira data, foram muito próximos, verifica-se haver necessidade de investigar melhor estes resultados para se apontar as razões das disparidades entre as duas datas. Braga (1988), trabalhando com áreas estuarinas numa data em que o corpo d'água apresentava características tipicamente continentais, constatou que as bandas 2, 3 e 4 do TM/LANDSAT poderiam ser úteis na estimativa de FE.

De acordo com os dados da primeira data, a turbidez da água da represa, expressa pelas medidas de profundidade Secchi, não está relacionada com qualquer dos outros parâmetros analisados. No entanto, na segunda data são observadas estruturas de correlação entre SEC e TSS e entre SEC e CLOR (Tabela 2). Estes resultados confirmam informações encontradas na literatura sobre o assunto: a medida que aumenta a concentração de TSS e de CLOR, diminui a profundidade de penetração da luz na água (Braga, 1988). Nesta data também se encontram correlacionados CLOR e TSS, e sua inseparabilidade através dos dados multiespectrais pode ser confirmada pelos

resultados apresentados na Tabela 4: tanto TSS quanto CLOR se correlacionam com as bandas 1, 2 e 3 do TM.

Analisando com cuidado os resultados dos testes na primeira data, nota-se que, apesar de rejeitado dentro do nível de 99% de confiança pré-estabelecido, não é muito baixo o valor de "r" entre CLOR e TSS (Tabela 1). Na Tabela 3, se for considerado um nível de 95% de confiança, seria possível indicar correlação entre TSS e B1 e entre CLOR e B1. Esta situação seria aproximadamente uma repetição das conclusões tiradas a partir dos dados da segunda data em relação a estes parâmetros a de que sua estimativa seja feita através dos mesmos produtos espectrais.

Desta relação entre TSS e CLOR pode-se concluir que a produtividade primária e maior nas áreas onde ocorre maior concentração de sedimentos, o que indica que o TSS na água está fornecendo nutrientes que propiciam o desenvolvimento de seres clorofilados. Indica também que o teor de TSS na água é relativamente baixo, caso contrário estaria dificultando a penetração de luz na água e conseqüentemente limitando o desenvolvimento do fitoplâncton.

No entanto, as bandas indicadas para se avaliar TSS e CLOR não são as mesmas nas duas datas. Estes resultados sugerem condições ambientais diferentes em cada uma, e necessitam de outros subsídios tais como direção e velocidade dos ventos, precipitação, etc, para serem melhor compreendidos.

Outro detalhe importante a se avaliar é a tendência oposta observada nos resultados de correlação entre SEC e B4. Na primeira data, estabelecendo-se um nível de confiança de 95%, seria possível assinalar uma correlação inversa entre ambos. Na segunda data, dentro de um nível de confiança de 99%, SEC e B4 apresentam-se correlacionados diretamente. Os valores de "r" nas duas datas não são muito diferentes, mas foram estimados a partir de amostras de diferentes tamanhos.

Nos próximos passos desta investigação deverão ser consideradas peculiaridades das regiões específicas em que se trabalhou. Além das informações sobre ventos e precipitação, as concentrações médias dos parâmetros avaliados em cada data deverão ser calculadas, e esses dados poderão eventualmente esclarecer disparidades observadas na primeira análise dos resultados. Ainda, os dados da segunda data deverão ser separados para se trabalhar com as informações referentes à bacia do rio Pucuruizinho, e poder compará-las com os resultados da primeira data.

A partir do momento em que essas variações intrínsecas ao meio nas duas datas estudadas estiverem esclarecidas, serão realizados outros testes estatísticos. Análises de Regressão Linear Múltipla Passo a Passo para se estabelecerem modelos de estimativas da

produtividade primária em todo o corpo da represa.

REFERÊNCIAS

- BENTANCURT, J. J. V. Processamento de Dados Multiespectrais Obtidos por Plataformas Orbitais da Serie LANDSAT, para Estudos de Qualidade da Água na Baía de Guanabara. Dissertação de mestrado em Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, INPE, 1981. (INPE-2181-TDL-058)
- BRICAUD, A.; SATHYENDRANATH, S. Spectral Signatures of Substances Responsible for the Change in Ocean Color. In: Signatures Spectrales d'Objets en Télédétection, Avignon, 8-11 set. 1981.
- BRAGA, C. Z. F. Utilização de Imagens dos Satélites LANDSAT-5 e NOAA-9 na Identificação de Parâmetros Físico-Químicos da Água na Baía de Guanabara. Dissertação de mestrado em Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, INPE, 1988. (INPE-4761-TDL-349)
- BRAGA, C. Z. F.; ABDON, M. M. Sensoriamento remoto Aplicado a Estudos de Qualidade de Água do Mar em Regiões Costeiras. Uma Revisão Bibliográfica. In: III Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente. Rio de Janeiro, RJ, Jul. 1989.
- ELETRONORTE CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL S. A. UHE TUCURUI-Plano de Utilização do Reservatório. Programa de Levantamento e Estudos da Vegetação / Caracterização da Vegetação, 1988. (TUC-10-26462-RE)
- FISCHER, J.; KOEPKE, P. The Influence of Perturbing Water Properties in Chlorophyll Mapping. Proceedings of IGARSS'84 Symposium, Strasbourg 27-30 Aug. 1984.
- Le CROY, S. R. Kerr Reservoir LANDSAT Experiment Analysis for March 1981. Hampton, Va, NASA Langley Research Center, 1982.
- LOMBARDO, M. A.; NOVO, E. M. L. M.; NIERO, M.; FORESTI, C. Uso da Terra no Vale do Paraíba Através de Dados de Sensoriamento Remoto. Relatório Final. São José dos Campos, INPE, Dez. 1980. (INPE-1972-RPE-278)
- MEYER, P. L. Probabilidade-Aplicações à Estatística. Addison-Wesley Publ. Co., Inc., Reading, Massachusetts, 1965.
- OHLHORST, C.; BAHN, G. Mapping of Particulate Iron in an Ocean Dump. Photogramm. Eng. and Rem. Sens., 45(8): 1117-1122, Aug. 1979.
- PALESTINO, C. V. B.; VALÉRIO FILHO, M. Utilização de Imagens do ERTS-1, Radar e Infravermelho Falsa-cor para Estudos do Tipo de Vegetação e Áreas de Exploração Agrícola. INPE, 1973. (INPE RI-510X-912107)

PEREIRA, M. N.; NOVO, E. M. L. M.; KURKDJIAN, M.L.N.O.; D'ALGE, J.C.L.; FLORENZANO, T.G. Atualização do Uso da Terra no Município de São José dos Campos, Através de Dados de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, INPE, 1988. (INPE-4479-RPE/562)

PEREIRA FILHO, W. Dados TM/LANDSAT Aplicados à Detecção de Mudanças Ambientais na Região do Reservatório de Tucuruí. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto e Aplicações. A ser submetido. INPE, São José dos Campos, 1990.

PIRES, J. S.; NOVO, E. M. L. M. Aplicação de Dados TM/LANDSAT na Identificação de Áreas de Formação de Depósitos de Remanso no Reservatório da UHE Tucuruí. Submetido ao III Simpósio Brasileiro de Limnologia. Porto Alegre, Jul. 1990.

SAUSEN, T. M. Estudo da Dinâmica do Alto Rio São Francisco e Reservatório de Três Marias, Através de Imagens MSS/LANDSAT. Dissertação de mestrado em Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, INPE, 1981. (INPE-2249-TDL-066)

SCHIEBE, F. R.; RITCHIE, J.C.; BOATWRIGHT, G.O. A First Evaluation of LANDSAT/TM Data to Monitor Suspended Sediments in Lakes. Goddard Space Flight Center LANDSAT-4 Sci. Invest. Summ., Including Dec. 1983 Workshop Results, 2, 141, July 1984.

TASSAN, S.; A Method for the Retrieval of Phytoplankton and Suspended Sediment Concentrations from Remote Measurements of Water Colour. In: International Symposium on Remote Sensing of Environment, 15th, Ann Arbor, MI, May 11-15, 1981, Proceedings, 2, 1981.

TREES, C. C.; EL-SAYED, S. Z. Remote Sensing of Chlorophyll Concentration in the Northern Gulf of Mexico. Ocean Optics VIII. Proceedings of the meeting, Orlando, FL, March 31 - April 2, 1986.

WELBY, C. W.; WHITERSPOON, A. M.; HOLMAN, R. E. Trophic State Determination for Shallow Coastal Lakes from LANDSAT Imagery. In: Satellite Hydrology; Proceedings of the Fifth Annual William T. Pecora Memorial Symposium on Remote Sensing, Sioux Falls, SD, June 10-15, 1979.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece a ELETRONORTE, o CNPq e o INPE pela infraestrutura indispensável à realização deste trabalho. Agradece também a Dra. Evelyn M.L.M. Novo pelas sugestões e revisão do texto.

TABELA 1

COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO (r) OBTIDOS ENTRE OS DADOS DE CAMPO EM 16 DE JULHO DE 1989 (*)

	TEMP	DQO	FE	SILIC	AMON	FOSFT	TSS	CLOR	SEC
TEMP (15)	1,00								
DQO (15)	-0,19	1,00							
FE (15)	-0,57	0,40	1,00						
SILIC (15)	0,82	-0,61	-0,69	1,00					
AMON (15)	-0,33	0,18	-0,07	-0,24	1,00				
FOSFT (15)	0,00	0,20	0,04	-0,11	-0,16	1,00			
TSS (15)	-0,29	0,57	0,56	-0,42	0,24	-0,17	1,00		
CLOR (15)	-0,04	0,36	0,16	-0,05	-0,07	0,16	0,48	1,00	
SEC (15)	0,18	-0,24	-0,18	0,40	0,42	-0,05	-0,05	-0,10	1,00

(*) Nesta data as medidas de nitrito (NO₂) e nitrato (NO₃) não puderam ser determinadas com precisão porque suas concentrações estavam abaixo da resolução do aparelho utilizado no laboratório, não sendo possível portanto estabelecer coeficientes de correlação com os outros parâmetros estimados no campo; os números abaixo das abreviaturas representam o tamanho das amostras.

TABELA 2

COEFICIENTES (r) OBTIDOS NOS TESTES DE CORRELAÇÃO ENTRE OS DADOS DE CAMPO EM PRIMEIRO DE AGOSTO DE 1989

	TEMP	DQO	FE	SILIC	AMON	NO ₂	NO ₃	FOSFT	TSS	CLOR	SEC
TEMP (24)	1,00										
DQO (24)	0,43	1,00									
FE (24)	0,39	0,70	1,00								
SILIC (24)	-0,44	-0,84	-0,89	1,00							
AMON (08)	-0,77	-0,12	0,11	-0,04	1,00						
NO ₂ (10)	-0,27	-0,80	-0,52	0,71	-	1,00					
NO ₃ (06)	-	-0,56	0,72	0,75	-	0,97	1,00				
FOSFT (24)	0,62	0,57	0,32	-0,45	-0,85	-0,52	-0,42	1,00			
TSS (24)	-0,09	0,20	-0,25	0,20	0,02	-0,40	0,19	0,12	1,00		
CLOR (24)	0,09	0,19	-0,25	0,21	-0,21	-0,17	0,45	0,20	0,91	1,00	
SEC (24)	-0,16	-0,69	-0,38	0,42	-0,25	0,63	-0,33	-0,35	-0,72	-0,64	1,00

(*) Os testes não puderam ser feitos entre NO₂ e AMON porque só havia dois elementos na amostra; entre NO₃ e AMON porque não havia nenhum elemento; e entre NO₃ e TEMP porque na amostra os valores de temperatura eram constantes; os números abaixo das abreviaturas representam o tamanho das amostras

TABELA 3

COEFICIENTES (r) OBTIDOS NOS TESTES DE CORRELAÇÃO ENTRE OS DADOS DE CAMPO
E OS DADOS MULTIESPECTRAIS EM 16 DE JULHO DE 1989 (*)

	B1	B2	B3	B4	B6
TEMP (15)	0,09	0,43	-0,61	-0,42	-0,35
DQO (15)	0,60	-0,32	0,12	0,25	0,15
FE (15)	0,31	-0,06	0,57	0,59	0,19
SILIC (15)	-0,20	0,34	-0,67	-0,56	-0,41
AMON (15)	0,27	-0,39	0,31	-0,23	0,53
FOSFT (15)	0,26	-0,08	-0,23	0,14	-0,28
TSS (15)	0,59	-0,27	0,23	0,05	-0,01
CLOR (15)	0,51	-0,19	-0,22	0,18	-0,39
SEC (15)	-0,06	-0,19	-0,25	-0,53	0,14

(*) os números abaixo das abreviaturas representam o tamanho das amostras.

TABELA 4

COEFICIENTES (r) OBTIDOS NOS TESTES DE CORRELAÇÃO ENTRE OS DADOS DE CAMPO
E OS DADOS MULTIESPECTRAIS EM PRIMEIRO DE AGOSTO DE 1989 (*)

	B1	B2	B3	B4	B6
TEMP (24)	0,44	0,14	0,13	0,36	0,28
DQO (24)	0,34	0,23	0,38	0,72	0,29
FE (24)	-0,06	-0,20	-0,02	0,61	0,35
SILIC (24)	-0,03	0,14	-0,04	-0,72	-0,37
AMON (08)	-0,40	-0,22	-0,08	-0,16	-0,05
NO2 (10)	-0,37	-0,46	-0,60	-0,83	-0,19
NO3 (06)	-0,88	-0,77	-0,93	-0,62	-0,63
FOSFT (24)	0,45	0,24	0,21	0,59	0,10
TSS (24)	0,71	0,90	0,83	0,17	-0,52
CLOR (24)	0,77	0,87	0,75	0,13	-0,46
SEC (24)	-0,68	-0,71	-0,77	0,58	0,24

(*) os números abaixo das abreviaturas representam o tamanho das amostras.