

## INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE TEMPO EM MEDIDAS DE REFLECTÂNCIA DA ÁGUA NO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA/SP

ADRIANA CASTREGHINI DE FREITAS PEREIRA<sup>1</sup>  
MARIA DE LOURDES B. T. GALO<sup>1</sup>  
EVLYN M. L. DE MORAES NOVO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista - Unesp  
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT  
PPGCC – Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas  
adricfp@hotmail.com  
mlourdes@fct.unesp.br

<sup>2</sup>INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – São José dos Campos – SP  
evlyn@ltd.inpe.br

**RESUMO** - O planejamento do trabalho de campo é uma das etapas mais importantes na coleta de dados espectro-radiométricos de corpos d'água, visto que a estabilidade da radiação solar incidente e das características da superfície da água são essenciais para a aquisição de medidas representativas de suas propriedades ópticas. Em ambientes naturais e dinâmicos, entretanto, tais fatores são de difícil controle. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é analisar a interferência das condições de iluminação e vento sobre espectros de reflectância medidos no Reservatório de Itupararanga/SP em dois dias de trabalho de campo em fevereiro de 2007, usando o espectro-radiômetro FieldSpec UV/VNIR. Simultaneamente aos espectros foram coletadas variáveis limnológicas, aqui representadas por: turbidez e profundidade do disco de Secchi. A análise dos dados foi realizada dividindo-se a amostra em quatro conjuntos especificados de acordo com as condições de iluminação e vento, quais sejam: conjunto 1: céu aberto e vento fraco, conjunto 2: céu aberto e vento médio a forte, conjunto 3: céu nublado e vento fraco, conjunto 4: céu nublado e vento médio a forte. Para cada conjunto de dados foi calculada a correlação linear entre a reflectância da água e as variáveis limnológicas cujos resultados são apresentados em forma de gráficos. Os melhores resultados das análises foram obtidos para o conjunto 4.

**ABSTRACT** – The survey planning is one of the most important steps in spectral data collected of water bodies, since the stability of the solar radiation incident and the characteristics of surface water are essential for the acquisition of measures representative of its optical properties. In natural and dynamic environments, however, such factors are difficult to control. In this sense, the aim of this work is to analyze the interference of the reflectance spectra measured in two days in February 2007, using FieldSpec in the Itupararanga Reservoir/SP. Concurrently to spectral data, turbidity and Secchi depth were sampled. Ground samples were organized into four sets according to weather conditions: set 1: clear sky, set 2: clear sky and windy day, set 3: overcast sky, set 4: overcast sky and windy day. The best results of statistical tendency analysis were obtained under set 4.

### 1 INTRODUÇÃO

O planejamento do trabalho de campo é uma das etapas mais importantes na aquisição de dados espectro-radiométricos em corpos d'água, visto que a luz solar incidente e as características da superfície da água controlam o campo de luz submerso, e desse modo o grau com que as medidas espectrais representam as propriedades ópticas do corpo d'água. Nesse sentido, as condições meteorológicas influenciam diretamente na

tomada dos espectros em campo e, portanto, na qualidade das informações espectrais.

As diferenças nas medidas de reflectância em campo ocorrem na ordem de 1 a 5% da irradiância que chega a superfície em função de variações da concentração de partículas em suspensão na atmosfera, presença de nuvens cirrus (invisível aos olhos) ou quando o sol fica encoberto por grandes nuvens, causando as interferências mais significativas (MILTON, 1987). O maior ou menor efeito dessas variações de curto prazo tenderão a afetar mais ou menos as medidas em função do

método de aquisição dos dados e dos sensores envolvidos.

O objetivo deste trabalho é, portanto, analisar a influência das condições de iluminação e vento nos espectros de reflectância obtidos em um ambiente aquático.

Para isso os dados espectrais foram divididos em quatro conjuntos, 1: céu aberto e vento fraco, conjunto 2: céu aberto e vento médio a forte, conjunto 3: céu nublado e vento fraco, conjunto 4: céu nublado e vento médio a forte.

## 2 EXPERIMENTO

A aquisição dos dados de campo ocorreu no Reservatório de Itupararanga/SP, nos dias 07 e 08 de fevereiro de 2007. A variável limnológica coletada na profundidade do disco de Secchi, e utilizada neste trabalho foi a turbidez. As condições de iluminação (nebulosidade) e vento (ondas na superfície da água) foram anotadas em planilhas de campo. Os espectros foram obtidos com o espectrorradiômetro FieldSpec UV/VNIR, armazenados a partir da média de três medidas de reflectância.

No primeiro dia de campo foram coletados 31 pontos, com presença de sol, nuvens e vento. Já no segundo dia, com ocorrência de chuvas torrenciais e alguns momentos de estiagem com nuvens, foram tomados apenas quatro, totalizando 35 pontos amostrais.

A Tabela 1 apresenta a classificação inicial da amostra, realizada segundo as condições meteorológicas no momento de sua aquisição.

Tabela 1 - Classificação da amostra segundo as condições meteorológicas

|                      | Conjunto 1 | Conjunto 2 | Conjunto 3 | Conjunto 4 |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Amostras</b>      | 03         | 10         | 12         | 10         |
| <b>Condições céu</b> | aberto     | aberto     | nublado    | nublado    |
| <b>Vento</b>         | fraco      | médio      | fraco      | forte      |
| <b>Onda</b>          | pequena    | Peq./méd.  | pequena    | Média/alta |

Observa-se na Tabela 1 que a amostra foi subdividida em quatro conjuntos, e que o número de dados para cada conjunto diferiu.

Portanto, para cada conjunto de dados foi calculada a correlação linear entre a reflectância da água e as variáveis limnológicas. Para o conjunto 1, devido ao número insuficiente de dados (apenas 3), não foi possível análise de correlação significativa e análise de tendência. Para os conjuntos 2, 3 e 4, que apresentaram números de dados suficientes para as análises estatísticas (10, 12 e 10, respectivamente), as análises de correlação e tendência foram aplicadas.

As análises dos espectros de campo foram realizadas entre os comprimentos de onda de 400 a 700 nm, devido ao excesso de ruídos apresentados a partir de 700 nm, inviabilizando o uso dessa região. Isto pode estar

associado às más condições do tempo na tomada dos espectros, além da posição do sol no horário da coleta.

## 3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Apresenta-se na Tabela 2, os resultados obtidos para o primeiro conjunto de dados pesquisado (conjunto 1) na qual estão especificados também alguns parâmetros limnológicos avaliados. As curvas de reflectância dos pontos desse conjunto 1 são apresentadas na Figura 1.

Tabela 2 - Parâmetros limnológicos referentes ao conjunto 1

| Pontos                  | P30      | P32      | P36      |
|-------------------------|----------|----------|----------|
| <b>Condições do céu</b> | Sol      | Sol      | Sol      |
| <b>Turbidez (NTU)</b>   | 1,31     | 1,97     | 0,32     |
| <b>Prof. Secchi (m)</b> | 2,50     | 2        | 2,10     |
| <b>Vento</b>            | Fraco    | Fraco    | Fraco    |
| <b>Ondas</b>            | Pequenas | Pequenas | Pequenas |
| <b>Hora</b>             | 14:51    | 15:02    | 15:32    |

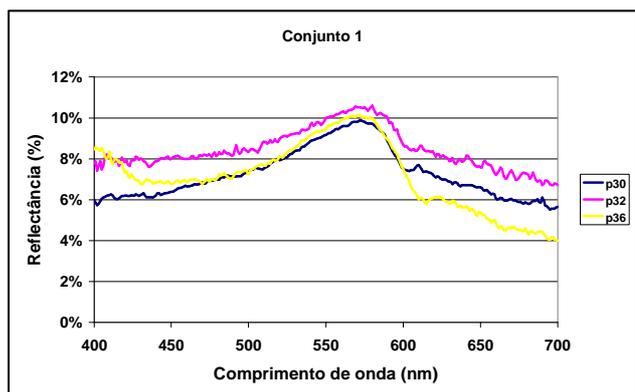


Figura 1 - Reflectância dos pontos referentes ao conjunto 1

Observa-se a partir da Figura 1 um pico de reflectância na faixa do verde, entre 560 e 570 nm, que caracteriza a ocorrência e a presença de clorofila, de acordo com Kirk (1994), Rundquist et al. (1996), e Barbosa (2005). Esse pico de reflexão corresponde a cerca de 10% para os pontos estudados, considerado um valor alto, comprovando a presença de fitoplâncton neste corpo d'água.

Analisando as curvas desses três pontos, observa-se a influência do efeito da reflexão especular do céu nas mesmas, que pode estar associado ao horário de coleta (entre 15:00 e 15:30 hs para esses pontos), principalmente para o ponto 32 que encontra-se totalmente deslocado em relação aos demais com reflectância próxima de 11%. Segundo Esteves (1998), a posição do sol durante o dia, além da latitude e as estações do ano, influencia na reflexão da radiação na superfície da água. Isso pode justificar a alteração da curva correspondente ao ponto 32

(horário de coleta: 15:02 hs), em relação aos demais pontos desse conjunto.

As Figuras 2 e 3 apresentam a turbidez e Produtividade Secchi em relação ao máximo valor de reflectância para os pontos do conjunto 1.

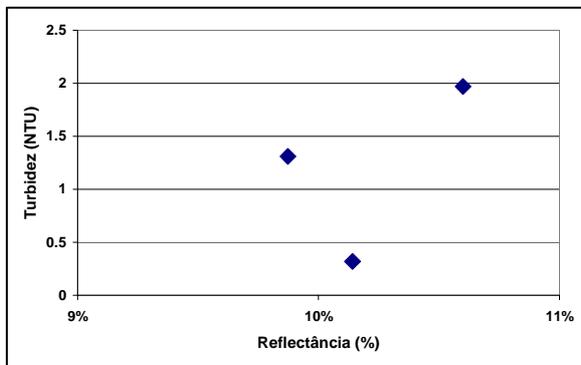


Figura 2 - Turbidez versus Reflectância para o conjunto 1

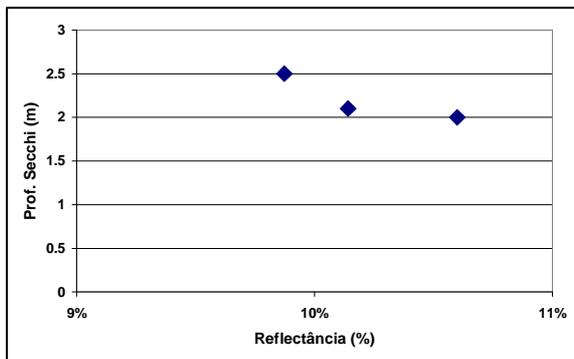


Figura 3 - Profundidade Secchi versus Reflectância para o conjunto 1

Observa-se na Figuras 3 que há uma tendência entre o valor da Profundidade Secchi e a reflectancia, numa relação de maior valor de Profundidade de Secchi para menor reflectância Já para Turbidez (Figura 2) não se verifica tendência entre os dados.

Portanto, embora o número de pontos seja pequeno, pode-se dizer que ocorre influência da variável Profundidade Secchi no aumento do albedo para o conjunto 1.

As variáveis obtidas para o segundo agrupamento de dados pesquisado (conjunto 2) são mostradas na Tabela 3, enquanto que na Figura 2 apresenta-se os espectros obtidos.

Tabela 3 - Parâmetros limnológicos referentes ao conjunto 2

| Pontos         | P22  | P23  | P25  | P26  | P27  |
|----------------|------|------|------|------|------|
| Condições céu  | Sol  | Sol  | Sol  | Sol  | Sol  |
| Turbidez (NTU) | 0,57 | 1,02 | 0,43 | 0,31 | 0,57 |

|                  |       |       |        |       |       |
|------------------|-------|-------|--------|-------|-------|
| Prof. Secchi (m) | 2,20  | 2,30  | 2,60   | 2,80  | 2,60  |
| Vento            | médio | médio | médio  | médio | médio |
| Ondas            | Peq.  | Peq.  | médias | Peq.  | Peq.  |
| Hora             | 14:15 | 14:26 | 14:34  | 14:47 | 14:03 |
| Pontos           | P28   | P29   | P33    | P34   | P35   |
| Condições céu    | Sol   | Sol   | Sol    | Sol   | Sol   |
| Turbidez (NTU)   | 0,97  | 0,90  | 1,31   | 0,46  | 1,07  |
| Prof. Secchi (m) | 2,20  | 1,90  | 2,60   | 2,10  | 2,40  |
| Vento            | médio | médio | médio  | médio | médio |
| Ondas            | Peq.  | Peq.  | Peq.   | Peq.  | Peq.  |
| Hora             | 14:40 | 16:06 | 15:59  | 15:19 | 15:25 |

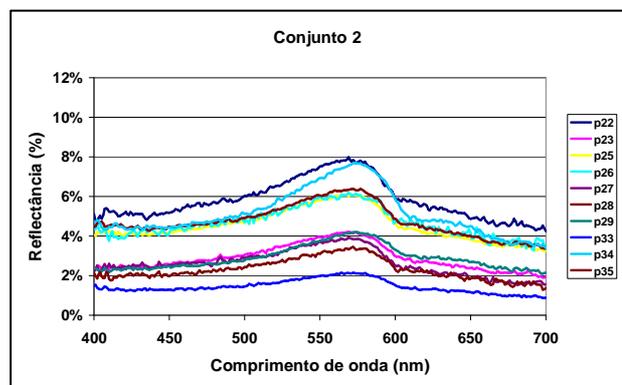


Figura 4 – Reflectância dos pontos referentes ao conjunto 2

Pela Figura 4 pode-se observar que os pontos amostrais desse conjunto não apresentam reflectância significativa na faixa do azul, provavelmente devido à presença de vento, que tende a reduzir a transmissão da luz na interface ar/água, pois quebra a superfície em milhares de espelhos que refletem specularmente a radiação eletromagnética. Com isso, o campo de luz submerso fica bem menor.

Observa-se uma diminuição do albedo em relação ao conjunto 1, com a maioria das curvas com valores de reflectância entre 0 e 4%, e com um pico de reflectância próximo a 8% na faixa do verde (570 nm), o qual pode estar associado à presença de clorofila (KIRK, 1994; RUNDQUIST et al., 1996; BARBOSA, 2005).

Pode-se inferir que, embora a geometria de aquisição de tomada dos dados tenha sido orientada para reduzir a componente especular da água, o sinal de superfície foi bem menor do que seria em condições de superfície da água plana, ou seja, sem vento.

Nas Figuras 5 e 6 observa-se a Turbidez e Profundidade Secchi em relação ao máximo valor de reflectância para os pontos do conjunto 2.

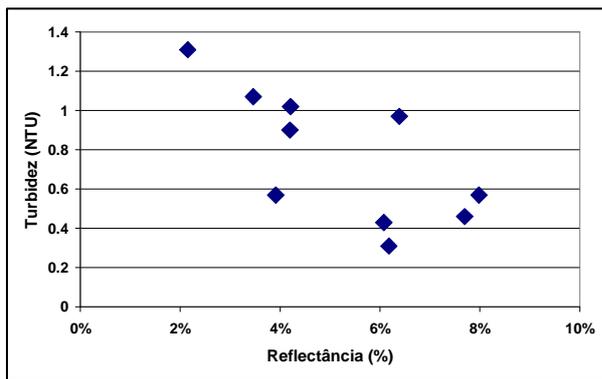


Figura 5 - Turbidez versus Reflectância para o conjunto 2

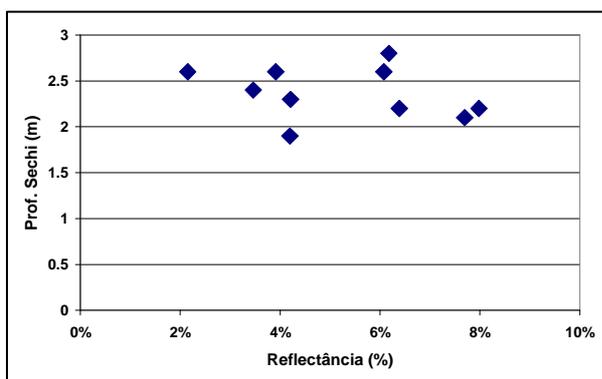


Figura 6 - Profundidade Secchi versus Reflectância para o conjunto 2

Verifica-se na Figura 5 que a Turbidez apresenta uma fraca tendência em relação ao máximo de reflectância, sendo possível identificar relação entre os maiores valores de turbidez correspondendo aos menores valores de reflectância (próximos a 2% e 4%) e os menores valores de turbidez relacionados a uma reflectância média para o conjunto (próximos a 6% e 8%). A relação com Profundidade Secchi apresenta-se aleatória (Figura 6). Observa-se que a metade dos pontos desse conjunto distribui-se entre 2 e 4% e a outra metade entre 6 e 8% de reflectância.

Pode-se inferir, portanto, que ocorre influencia da variável Turbidez, embora fraca, nas medidas de reflectancia para diminuição do albedo no conjunto 2.

Os parâmetros limnológicos medidos para o conjunto 3 (céu nublado e vento fraco) são apresentados na Tabela 4 e as curvas de reflectância dos pontos, na Figura 7.

Tabela 4 - Parâmetros limnológicos referentes ao conjunto 3

| Pontos    | P2    | P5           | P6           | P7           | P8           | P9    |
|-----------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| Cond. céu | Nubl. | Nubl. s/ sol | Nubl. c/ sol | Nubl. s/ sol | Nubl. s/ sol | Nubl. |
| Turb.     | 0,36  | 0,39         | 1,06         | 0,30         | 0,21         | 0,95  |

|                  |              |       |       |       |              |              |
|------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|
| (NTU)            |              |       |       |       |              |              |
| Prof. Secchi (m) | 2,60         | 2,60  | 2,60  | 2,80  | 2,70         | 2,40         |
| Vento            | Fraco        | Fraco | Fraco | Fraco | Fraco        | Fraco        |
| Ondas            | Peq.         | Peq.  | Peq.  | Peq.  | Peq.         | Peq.         |
| Hora             | 12:15        | 12:09 | 12:24 | 11:32 | 11:40        | 13:45        |
| Pontos           | P10          | P12   | P15   | P16   | P19          | P31          |
| Cond. céu        | Nubl. c/ sol | Nubl. | Nubl. | Nubl. | Nubl. c/ sol | Nubl. c/ sol |
| Turb. (NTU)      | 3,54         | 0,43  | 0,29  | 0,98  | 0,55         | 1,03         |
| Prof. Secchi (m) | 2,50         | 2,40  | 2,40  | 2,20  | 2,20         | 2            |
| Vento            | Fraco        | Fraco | Fraco | Fraco | Fraco        | Fraco        |
| Ondas            | Peq.         | Peq.  | Peq.  | Peq.  | Peq.         | Peq.         |
| Hora             | 13:55        | 12:34 | 12:59 | 13:06 | 13:35        | 15:12        |

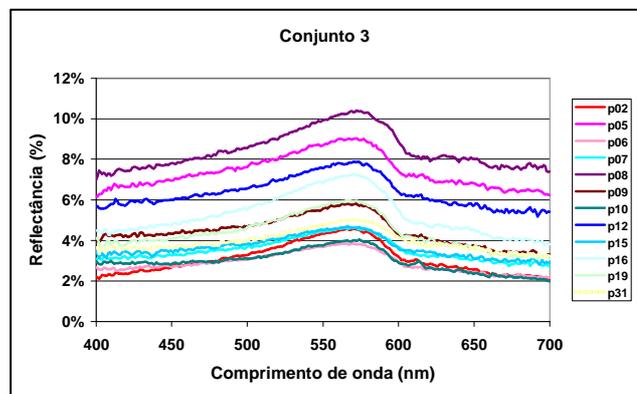


Figura 7 - Reflectância dos pontos referentes ao conjunto 3

Na figura 7 observa-se um aumento no albedo, com as curvas espectrais dos pontos 5 e 8 apresentando reflectância em torno de 10%. Esse comportamento pode ser atribuído à presença de ventos mais fracos do que os ocorridos para o conjunto 2. Os demais pontos apresentam um albedo mais baixo (entre 4% e 8%), porém ainda maiores do que os do conjunto 2, onde ocorreu vento de médio a forte.

O pico de reflectância na faixa do verde, em 570 nm, correspondente à presença de clorofila (KIRK, 1994; RUNDQUIST et al., 1996; BARBOSA, 2005).

As Figuras 8 e 9 apresentam a Turbidez e Produndidade Secchi em relação ao máximo valor de reflectância para os pontos do conjunto 3.

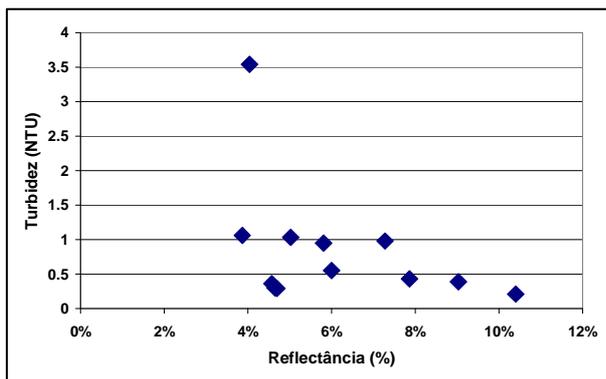


Figura 8 - Turbidez versus Reflectância para o conjunto 3

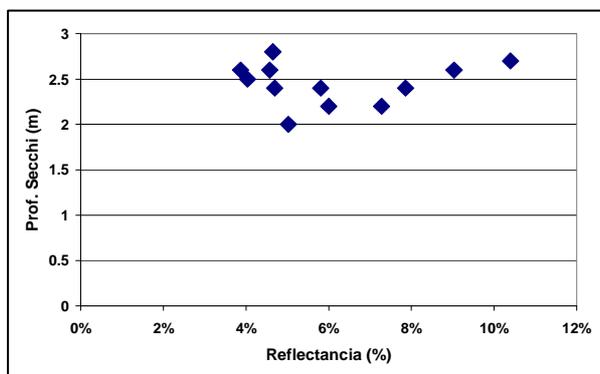


Figura 9 - Profundidade Secchi versus Reflectância para o conjunto 3

Nas Figura 8 e 9 verifica-se um comportamento não tendencioso entre as variáveis Turbidez e Reflectância e Profundidade Secchi e Reflectância, respectivamente. Observa-se que o ponto com maior valor de turbidez para o conjunto pode ser considerado como um *outlier*, pois destoa do restante dos dados (Figura 8).

Portanto, nem Turbidez nem Profundidade Secchi podem ser consideradas como variáveis influenciáveis nas medidas de reflectância para o conjunto 3.

A Tabela 5 apresenta os pontos amostrais referentes ao conjunto 4. Observa-se, nesse conjunto, maior homogeneidade nos parâmetros limnológicos, bem como nas curvas espectrais mostradas na Figura 4.

Tabela 5 - Parâmetros limnológicos referentes ao conjunto 4

| Pontos           | P1           | P3           | P14   | P17        | P18        |
|------------------|--------------|--------------|-------|------------|------------|
| Cond. Céu        | Nubl. s/ sol | Nubl. s/ sol | Nubl. | Nubl.      | Nubl.      |
| Turb. (NTU)      | 0,86         | 0,77         | 1,04  | 1,22       | 0,39       |
| Prof. Secchi (m) | 3            | 2,70         | 2,50  | 2,50       | 2,90       |
| Vento            | forte        | Forte        | médio | médio      | Forte      |
| Ondas            | Média/alta   | Média/alta   | media | Media/alta | Media alta |

|                  |              |              |              |              |              |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Hora             | 10:58        | 11:22        | 12:51        | 11:58        | 11:49        |
| Pontos           | P21          | P104         | P111         | P117         | P129         |
| Cond. céu        | Nubl. c/ sol | nubl. s/ sol | Nubl. s/ sol | Nubl. s/ sol | Nubl. s/ sol |
| Turb. (NTU)      | 1,26         | 1,94         | 3,81         | 2,43         | 3,55         |
| Prof. Secchi (m) | 2,40         | 1,70         | 1,40         | 1            | 1,20         |
| Vento            | Forte        | forte        | Forte        | Forte        | Forte        |
| Ondas            | Media/alta   | Media/alta   | Mediaal ta   | Media/a lta  | Media alta   |
| Hora             | 14:10        | 13:13        | 12:35        | 12:06        | 11:19        |

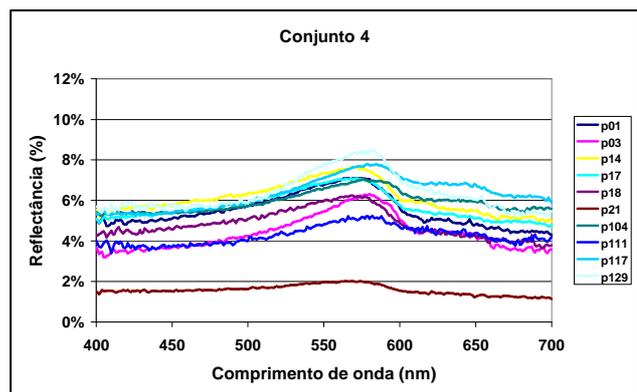


Figura 10 - Reflectância dos pontos referentes ao conjunto 4

Na Figura 10 verifica-se que, de um modo geral, os albedos das curvas são baixos e concentrados entre 5% e 8%. Esses pontos foram tomados sob condições de iluminação precária (nuvens) e vento de médio a forte, diminuindo o sinal da reflectância de superfície, ou seja, diminuindo o albedo.

O pico de reflectância entre 560 e 570 nm, que corresponde à clorofila, é também observado nesse conjunto (RUNDQUIST et al., 1996; KIRK, 1994, BARBOSA, 2005).

As Figuras 11 e 12 apresentam as variáveis limnológicas em função da reflectância para o conjunto 4.

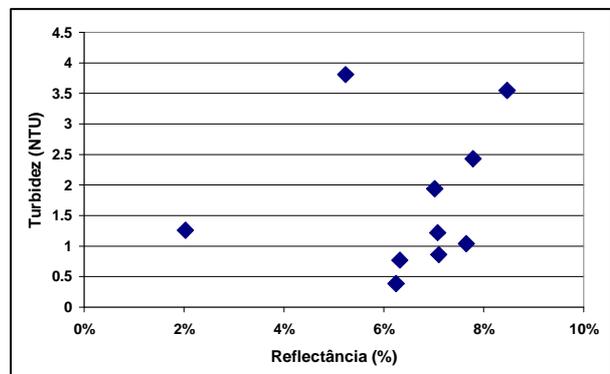


Figura 11 - Turbidez versus Reflectância para o conjunto 4

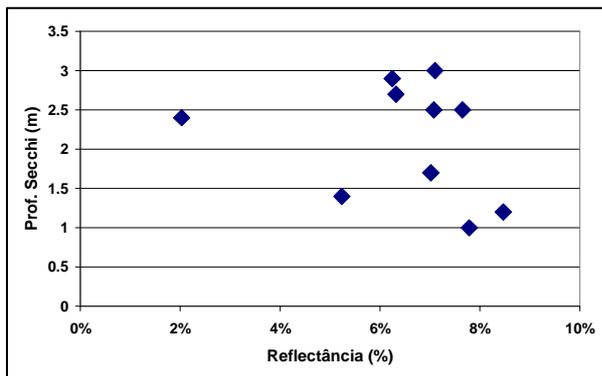


Figura 12 - Prof. Secchi versus Reflectância para o conjunto 4

Nas Figuras 11 e 12 observa-se a aleatoriedade dos dados para o conjunto 4, onde verifica-se que a maioria dos pontos concentra-se entre 6 e 8% de reflectância para a Turbidez e entre 5 e 9% de reflectância para a Profundidade Secchi. Portanto, pode-se dizer que não há influência das variáveis Turbidez e Profundidade Secchi nos espectros de campo para esse conjunto.

Observou-se que os quatro conjuntos amostrais, cujos pontos foram agrupados de acordo com as condições de iluminação e vento observadas durante a obtenção das medidas, realmente definem diferenças nas curvas espectrais. Esta afirmação foi comprovada pela aplicação do teste não-paramétrico de médias para variáveis não normais (SIEGEL, 1975).

Portanto, foram definidos a partir das médias os intervalos espectrais para análise das variáveis limnológicas, buscando correlações entre eles. Técnicas de razão de bandas (571/698, 571/696, 568/648, 574/584) foram aplicadas às reflectâncias desses comprimentos de onda. Como a concentração das variáveis é baixa, optou-se em normalizar os dados a partir da função logarítmica.

As Figuras 13, 14 e 15 apresentam os resultados dessas correlações para cada conjunto amostral, separadamente.

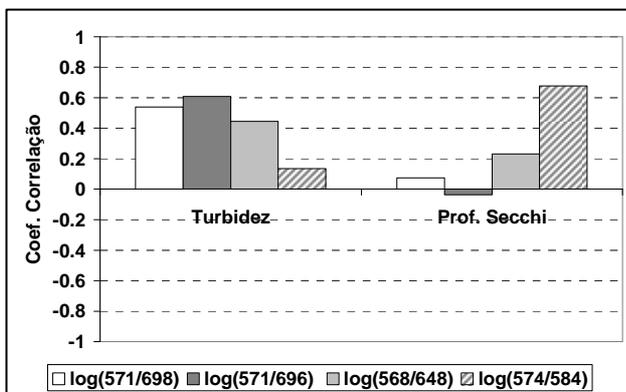


Figura 13 - Coeficiente de Correlação entre as variáveis limnológicas e as razões de banda para o conjunto 2

Analisando-se a Figura 13, observa-se que há correlações entre profundidade de Secchi e a razão entre

os comprimentos de onda 574 e 584 nm (0.67;  $p = 0.03$ ). A correlação entre Turbidez e a razão 571/696 nm embora apresente-se boa (0.61;  $p = 0.062$ ) não é significativa a um nível de confiança de 5%.

Aplicando-se análise de tendência com o cálculo de  $R^2$ , observa-se que não houve significância estatística para Secchi e razão 574/584 nm ( $R^2 = 0,38$ ). Portanto, pode-se concluir que os elementos amostrais do conjunto 2 sofreram influência das condições de iluminação e vento no momento da tomada dos dados em campo, não sendo possível analisar correlações entre as variáveis e valores relativos dos espectros

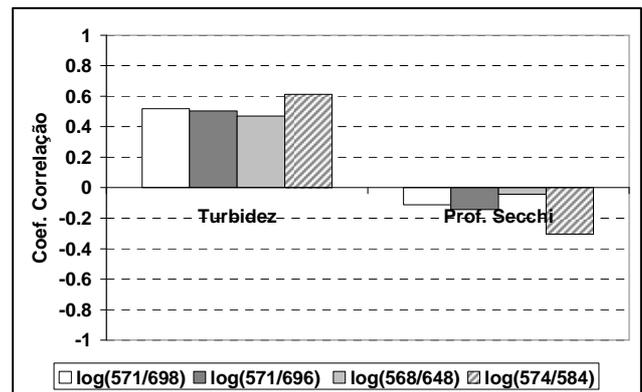


Figura 14 - Coeficiente de Correlação entre as variáveis limnológicas e as razões de banda para o conjunto 3

A Figura 14 apresenta correlação entre Turbidez e a razão 574/584 nm (0.61;  $p = 0.03$ ). Profundidade Secchi não apresentou qualquer associação entre as razões das reflectâncias analisadas. Observa-se que o coeficiente de regressão entre a Turbidez e (574/584) apresentou-se baixíssimo, indicando nenhum ajuste do modelo ( $R^2 = 0.31$ ). Portanto, pode-se concluir que os elementos amostrais do conjunto 3 foram prejudicados pela presença de nuvens.

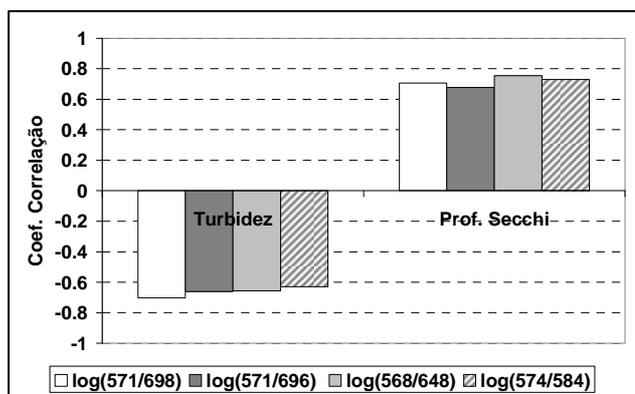


Figura 15 - Coeficiente de Correlação entre as variáveis limnológicas e as razões de banda para o conjunto 4

Observando-se a Figura 15, verifica-se que houve correlação significativa entre a variável Turbidez e a

razão entre 571/698 nm (-0.70;  $p = 0.024$ ). A mesma variável apresentou correlação significativa também com a razão entre 571 e 696 nm (-0.66;  $p = 0.037$ ) e 568 e 648 nm (-0.66;  $p = 0.039$ ). A variável Profundidade de Secchi apresentou correlação significativa com as razões de banda: 571/698 nm (0.70;  $p = 0.022$ ); 568/648 nm (0.75;  $p = 0.012$ ); 574/584 nm (0.73;  $p = 0.016$ ) e 571/696 nm (0.67;  $p = 0.024$ ).

Aplicando-se análise de tendência com o cálculo de  $R^2$ , observa-se que a variável Profundidade de Secchi apresentou tendência para a razão entre os comprimentos de onda 568 e 648 nm ( $R^2 = 0.51$ ). A variável Turbidez apresentou valores de  $R^2$  muito baixos, indicando fraca tendência.

Portanto, pode-se concluir que nem o céu nublado nem o vento de médio a forte prejudicou as análises de correlação entre as variáveis Turbidez e Profundidade de Secchi e os valores relativos dos espectros para o conjunto 4. Embora tenha ocorrido redução do albedo para esse conjunto, o fato de ocorrer um bom resultado na análise pode estar associado ao horário de coleta dos pontos amostrais, que ocorreu no período entre 11:58 hs e 13:13 hs, para a maioria dos pontos, período esse considerado ideal para a redução dos efeitos atmosféricos sob a superfície da água (MOBLEY, 1999; ESTEVES, 1998). O ponto 21 foi o único do conjunto coletado as 14:10 hs, e como se pode observar na figura 4, apresentou a menor reflectância (2%).

#### 4 CONCLUSÕES

As condições do céu e presença de ventos são fatores determinantes para a coleta de dados espectro-radiométricos, produzindo efeitos nos espectros de reflectância que podem prejudicar a análise dos dados.

De um modo geral, observou-se que a presença de ventos (ondulações na superfície da água) diminuiu o albedo, como mostram as curvas espectrais e as condições de iluminação (nebulosidade) não interferiram neste resultado. Isto pode ser verificado nas Figuras 1, 4, 7 e 10.

As análises de tendência demonstraram não haver significância estatística entre as variáveis estudadas e os conjuntos amostrais 2 e 3 (céu aberto com vento de médio a forte e céu nublado com vento fraco, respectivamente). Esse fato demonstra que tanto a iluminação (nuvens) quanto a presença de vento (ondulação na superfície da água) interferiu nas análises relativas para tais conjuntos.

O conjunto 4 foi o que apresentou os melhores resultados de correlação entre as variáveis limnológicas e as razões de banda e o melhor resultado para a análise de tendência, entre a variável Profundidade de Secchi e a razão 568/648 nm. Pode-se concluir que nem o céu nublado nem a presença de vento (ondulação na superfície da água) prejudicaram as análises para essa variável, o que pode estar relacionado também ao horário de coleta de dados (entre 11:58 e 13:13 hs) reduzindo o efeito de espalhamento dos raios solares na superfície da água.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento Remoto da dinâmica da circulação da água do sistema planície de Curuai/Rio Amazonas**. São José dos Campos, 2005. 281 f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - INPE, São José dos Campos.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/Finep. 2.ed. 575p. 1998.

KIRK, J.T.O. **Light & Photosynthesis in aquatic ecosystems**. Cambridge University Press, 1994. 509p.

MILTON, E.J. Principles of field spectroscopy. 1987. **International Journal of Remote Sensing**, v. 8, n.12, pp.1807-1827.

MOBLEY, C.D. estimation of the remote-sensing reflectance from above-surface measurements. 1999. **Applied Optics**, vol.38, n. 36, p.7442-7455.

PEREIRA FILHO, W. et al. Influência das condições do tempo em espectros de reflectância da água. 2005. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p.415-422.

RUNDQUIST, D. C.; LUOHENG, H.; SCHALLES, J. F.; PEAKE, J. S. Remote measurement of algal chlorophyll in surface waters: the case for first derivative of reflectance near 690 nm. 1996. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 62, n. 2, p. 195-200.

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975.