

**Relação entre Fatores de Reflectância Espectral e  
Parâmetros Hidrológicos da Lagoa da Conceição - SC**

JEAN MARIE FROIDEFOND<sup>1</sup>  
CARLOS ALBERTO STEFFEN<sup>2</sup>  
ROSANA MARIA RODRIGUES<sup>3</sup>  
VICTOR JOSÉ PHILIPPI LUZ<sup>3,4</sup>  
MAURO RIBEIRO MARTINS<sup>3</sup>  
EDUARDO JUAN SORIANO SIERRA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Université de Bordeaux I  
Departement de Geologie et Oceanographie  
U.R.A. C.N.R.S. 197  
Avenue des Facultés  
Bordeaux - France

<sup>2</sup>INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Caixa Postal 515  
12201 São José dos Campos, SP, Brasil

<sup>3</sup>LARS/SC-Laboratório Associado de Sensoriamento  
Remoto de Santa Catarina  
Rua: Tenente Silveira, 94, 5<sup>o</sup> andar  
88010-300 Florianópolis, SC, Brasil

<sup>4</sup>Secretaria de Estado do Planejamento e Fazenda de  
Santa Catarina  
Av: Osmar Cunha, 15, bloco-B, 5<sup>o</sup> andar  
88015-300 Florianópolis, SC, Brasil

<sup>5</sup>UFSC-Universidade Federal de Santa Catarina  
Núcleo de Estudos do Mar  
88040-970 Florianópolis, SC, Brasil

**Abstract.** During the Workshop on Remote Sensing of Coastal Environments carried out by the Remote Sensing Associated Laboratory of Santa Catarina - LARS/SC, an experiment for the acquisition of radiometric and hydrologic data was made in the Conceição lagoon in the island of Santa Catarina. The radiometric data were calibrated for the generation of spectral bidirectional reflectance factors corresponding to bands LANDSAT/TM. The analysis of such data, together with the other physical, chemical and biological parameters obtained during the experiment, has shown very significant relationships which can be explored for the better use of Remote Sensing techniques for the study of coastal environments.

## 1. Introdução

O presente estudo foi resultado de um experimento realizado na lagoa da Conceição - ilha de Santa Catarina, durante o Workshop sobre "Teledetecção em Ambientes Costeiros", realizado entre os dias 09 e 19 de novembro de 1992, em Florianópolis - SC. Este evento, viabilizado pelo Programa CAPES/COFECUB, contou com o esforço conjunto inter-institucional da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC / Núcleo de Estudos do Mar - NEMAR, da Université de Bordeaux I - Departament Geologie et Oceanographie (França), do Laboratório Associado de Sensoriamento Remoto de Santa Catarina - LARS/SC e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

A lagoa da Conceição constitui um ambiente costeiro cujas características podem ser estudadas e acompanhadas por meio das técnicas de sensoriamento remoto RODRIGUES e MARTINS (1992). Para isto é necessário uma melhor compreensão do comportamento espectral de suas águas e, as possíveis relações com os seus parâmetros físicos, químicos e biológicos.

## 2. Área de Estudo

A diversidade de recursos naturais que a região da lagoa da Conceição apresenta (Sierra de Ledo, 1990) foi o fator preponderante na sua escolha como **área piloto** para

este experimento (parte integrante do cronograma do Workshop). Localizada na ilha de Santa Catarina -  $27^{\circ}34'S$  /  $48^{\circ}27'W$  (ver figura 1 em anexo) é considerada uma **lagoa costeira** (RODRIGUES, 1990). Com uma profundidade máxima de apenas 8 metros (CARUSO, 1987), está ligada ao mar por um estreito canal que permite as ações de fluxo e refluxo das marés.

A variação sedimentológica de fundo foi determinada por MUEHE e CARUSO (1983) em três grupos texturais - areias, silte e areias e silte. As diferenças de profundidade e da natureza dos sedimentos de fundo são relevantes para a compreensão do comportamento espectral das águas quando estudadas nas imagens de sensoriamento remoto.

## 3. Materiais e Métodos

### 3.1 Coleta de Dados

Por se tratar de um experimento, foram estipulados 9 (nove) pontos para a medição radiométrica e coleta de dados, os quais estão localizados no corpo central da lagoa, **figura 2**. A localização das estações de amostragem foi definida por triangulação; a batimetria e os tipos de sedimentos de fundo foram as variáveis preponderantes na escolha dos pontos amostrais, baseando-se nas informações de MUEHE e CARUSO (1983); CARUSO (1987).

Os dados radiométricos foram obtidos utilizando um espectrorradiômetro **Spectron SE-590** (Spectron Eng. / USA) que é um equipamento portátil

especialmente projetado para operações radiométricas de campo. O SE-590 consiste de uma unidade controladora (datalogger/CE-500) que é capaz de controlar até duas unidades ópticas detectoras (CE-390WB). O sistema permite a medição de espectros na faixa de 350 a 1150nm com resolução espectral de 8nm. Na unidade controladora pode-se programar o tipo de medição e armazenar os dados obtidos em fita cassete digital.

Para a aquisição das medidas o sistema radiométrico foi instalado num barco como mostra a figura 3. Nesta montagem uma das unidades detectoras (1) foi apontada para a água sob um ângulo de 45 graus e a segunda (2) foi apontada verticalmente para uma pequena placa de referência recoberta com sulfato de bário. A primeira unidade contém um filtro polarizador, orientado de forma a minimizar o efeito da reflexão da radiação do céu na superfície da água. Antes da medição foram obtidos espectros da placa de referência com as unidades detectoras para sua posterior intercalibração.

Para minimizar os efeitos de movimento da superfície, o sistema **SE-590** foi programado para medir e gravar o espectro médio de quatro medidas sucessivas; desta forma, para cada ponto amostral foram adquiridos três espectros da água com os correspondentes espectros da placa de referência.

Em cada ponto, a aquisição dos dados radiométricos foi

acompanhada da coleta de amostras da água com garrafa modelo Van Dorn opaca de 2 litros; essas amostras foram analisadas no laboratório do NEMAR para determinação de clorofila **a, b** e **c** (ug/l) de acordo com a técnica de CETESB (1978) e utilizando um espectrofotômetro MICRONAL B280. A determinação do seston (mg/l) foi realizada por diferença de massa antes e após a filtração com filtros MILIPORE AAWOPO. Os dados de temperatura (°C) e salinidade (°/oo) foram determinados **in loco** usando termosalinômetro YSY33. As informações referentes aos tipos de sedimentos de fundo relatados por MUEHE e CARUSO (1983), foram confirmadas **in situ**. A transparência da água (m) foi determinada com disco de Secchi.

Os dados meteorológicos (índice de precipitação em mm, direção e velocidade dos ventos em m/s) foram obtidos junto ao DPV - Divisão de Proteção ao Vôo do Ministério da Aeronáutica e os dados de marés foram obtidos junto ao DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha.

### 3.2 Redução dos dados

Os 29 espectros obtidos no experimento e gravados na fita cassete, foram lidos por meio da unidade controladora e transferidos para um microcomputador do tipo **IBM PC**. Os dados foram processados através do programa **ESPECTRO** (STEFFEN, 1992) desenvolvido no Laboratório de Radiometria - LARAD do INPE. A redução dos dados obedeceu as

seguintes etapas:

- a. transferência dos espectros para um arquivo;
- b. calibração relativa dos espectros;
- c. aplicação do espectro de intercalibração;
- d. determinação do espectro médio do fator de reflectância de cada ponto amostral;
- e. determinação dos fatores de reflectância correspondentes às bandas do imageador TM/LANDSAT;
- f. geração de um arquivo ASCII para o tratamento dos dados em outros programas.

#### 4. Resultados e Discussões

Os espectros dos fatores de reflectância, obtidos no experimento, podem ser vistos em anexo, nas figuras 4 e 9. A tabela 1 (anexo) mostra os valores médios dos mesmos fatores de reflectância correspondentes às bandas do imageador TM/LANDSAT. A tabela 2 (anexo) mostra o conjunto de dados hidrológicos correspondentes aos pontos amostrais.

As relações entre os dados radiométricos e hidrológicos podem ser observados nos gráficos de tendência. O gráfico da figura 5 (anexo) sugere existir uma relação inversa entre a profundidade da lagoa e o comprimento de onda de reflectância máxima. Os pontos amostrais de maior profundidade apresentaram maior fator de reflectância tendendo para a faixa do verde (aproximadamente 550 nm) e os mais rasos para a faixa do amarelo (aproximadamente 580 nm) em função da resposta espectral do fundo arenoso.

Os gráficos correspondentes aos parâmetros hidrográficos, (gráficos das figuras 6, 7 e 8 em anexo) contemplaram quatro dos nove pontos amostrais. Porém, em função dos objetivos propostos estes 4 (quatro) pontos amostrais constituem indicadores para a qualidade da água da lagoa.

No gráfico da figura 9 (anexo), estão demonstrados os fatores de reflectância em função dos comprimentos de onda de cada ponto amostral. Os menores valores de profundidades apresentaram maiores fatores de reflectância. Foram levados em consideração as respostas espectrais dos tipos de sedimentos de fundo (tabela 2 em anexo). Nos pontos 6 e 3, os valores de reflectância dos picos secundários indicaram a influência da matéria orgânica e pigmentos na água.

#### 5. Considerações

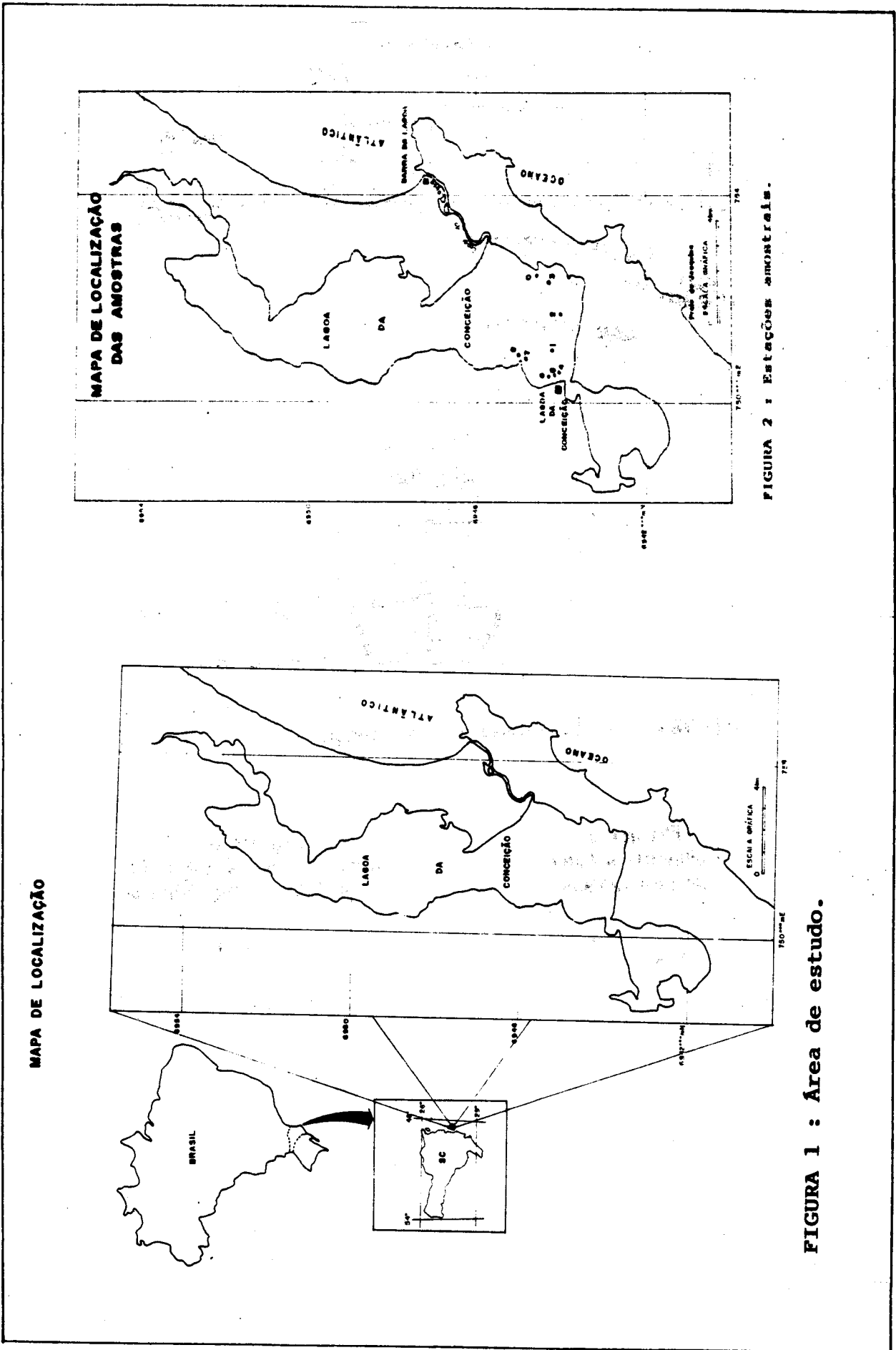
Considerando que este trabalho é resultado de um evento realizado com o intuito de abordar genericamente, entre outros assuntos, a radiometria de campo, foi estipulada apenas a região central do corpo lagunar como área de estudo. Não foi levado em conta a aquisição dos dados do ambiente com a obtenção simultânea à passagem dos satélites LANDSAT e/ou SPOT. Os resultados obtidos demonstraram a importância da aplicação das técnicas radiométricas em ambientes costeiros.

As relações significativas

entre os dados radiométricos, batimétricos e de sedimentos de fundo, sugerem a execução de projetos científicos integrados aplicando técnicas radiométricas em ecossistemas costeiros de Santa Catarina. Neste trabalho o número de amostragens de clorofila e seston realizados não foram suficientes para considerá-lo significativos no sentido de caracterizar o ambiente sendo necessário mais campanhas de aquisição de dados, maior número de amostragens em condições meteorológicas diversas e, com simultaneidade às passagens dos satélites.

## 6. Referências

- CETESB. Determinação de pigmentos fotossintetizantes: Clorofilas **A, B, C** e **feofitina-A** Normalização téc-L5-306. São Paulo. 20p. 1978.
- MUEHE, D. e CARUSO JUNIOR, F.G.. Batimetria e Algumas Considerações sobre a Evolução Geológica da Lagoa da Conceição - SC. In: **Simpósio Latinoamericano de Oceanografia Biológica**, 8 Montevideo, 1983. Anais.
- ODEBRECHT, C. e CARUSO JUNIOR, F.G. Hidrografia e Matéria Particular em Suspensão na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina - Brasil. **Atlântica**, Rio Grande - RS, n.9, v.1, p. 83-104, 1987.
- RODRIGUES, R. M. ; MARTINS, M. R.. Application of Orbital of Remote Sensing Techniques in studying the water quality in Lagoa da Conceição, Santa Catarina Island - Brazil. In: **Proceedings**. XVIIth Congress International for Photogrammetry and Remote Sensing. Washington D.C.. part B7, v.XXIX, p.95-100, Commission VII. 1992
- RODRIGUES, R.M.. Avaliação do Impacto do Sistema de Esgoto Sanitário na Lagoa da Conceição - Florianópolis - SC. In: **Dissertação de Mestrado**. ( Departamento de Geociências - UFSC ), 130p. 1990
- SIERRA DE LEDO, B. Lagoa da Conceição uma abordagem ecológica. ACIESP, São Paulo n.2, p.232-240.1990.
- STEFFEN, C.A. et al. **Teste Operacional do Sistema de Aquisição de Dados Aerotransportado - SADA - o experimento de Barra Bonita**. São José dos Campos - SP, INPE, 24p, 1992a. (INPE-5451-NTC/305).
- STEFFEN, C.A. et al. **O Programa Espectro**. São José dos Campos - SP, INPE, 1992b. (NT LARAD 01/92).



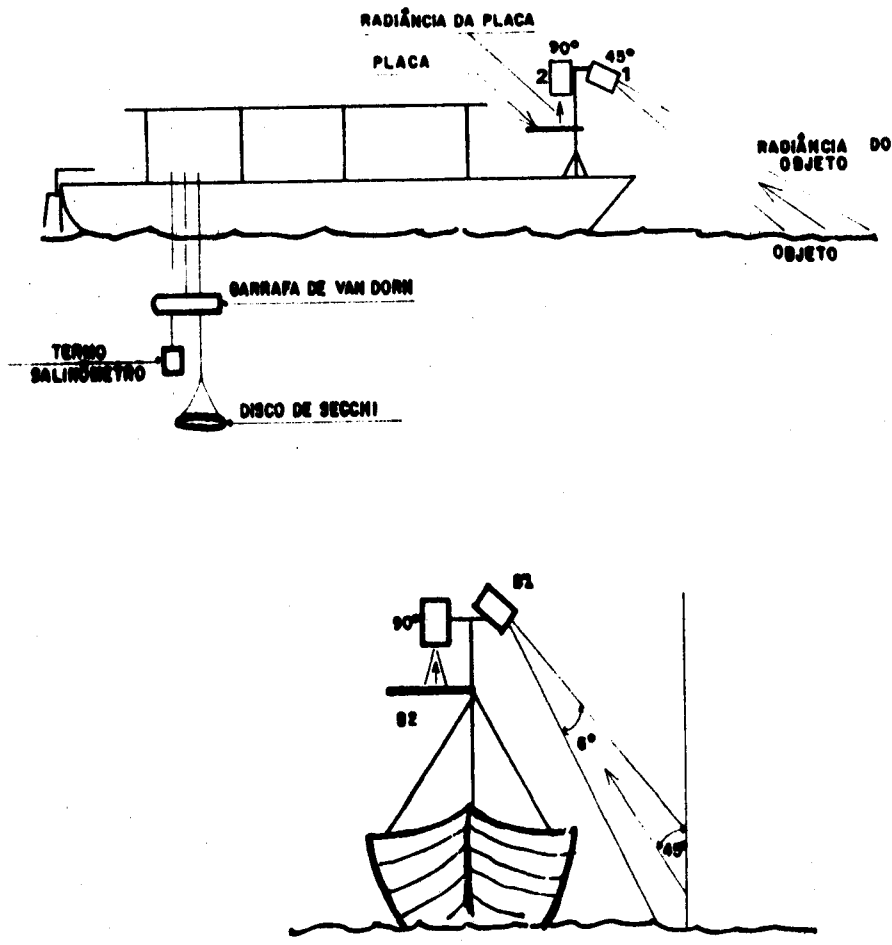
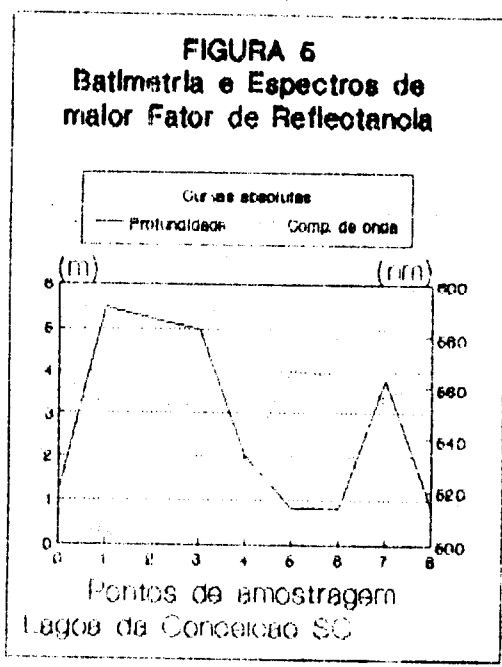
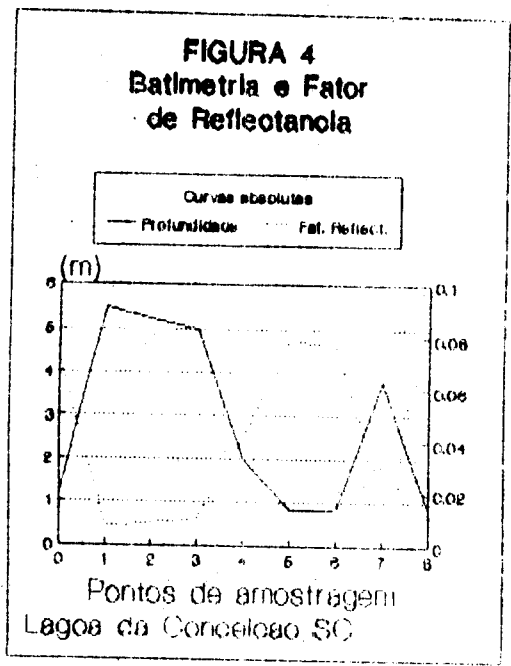
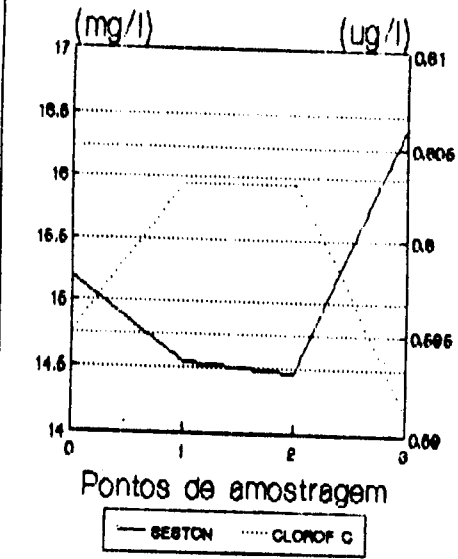


FIGURA 3 : Equipamento de campo.

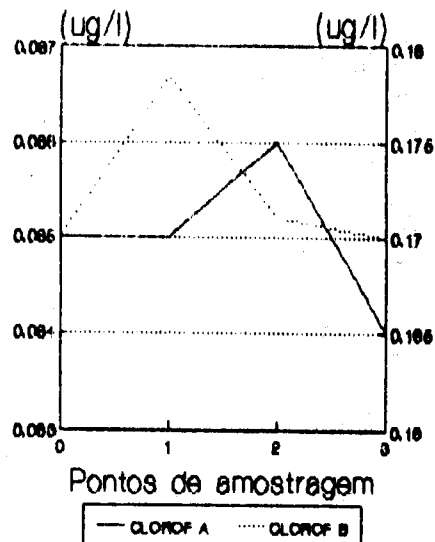


**FIGURA 6**  
**Parametros Hidrograficos**



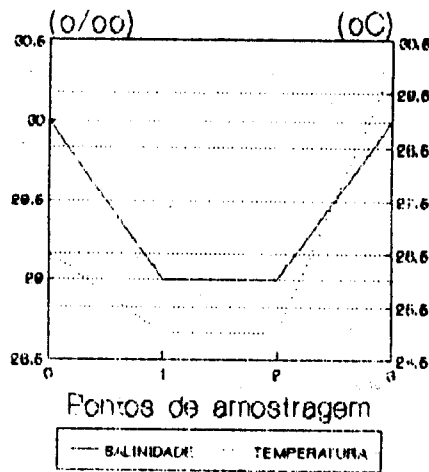
Lagoa da Concelcao SC

**FIGURA 7**  
**Parametros Hidrograficos**



Lagoa da Concelcao SC

**FIGURA 8**  
**Parametros Hidrograficos**



Lagoa da Concelcao SC



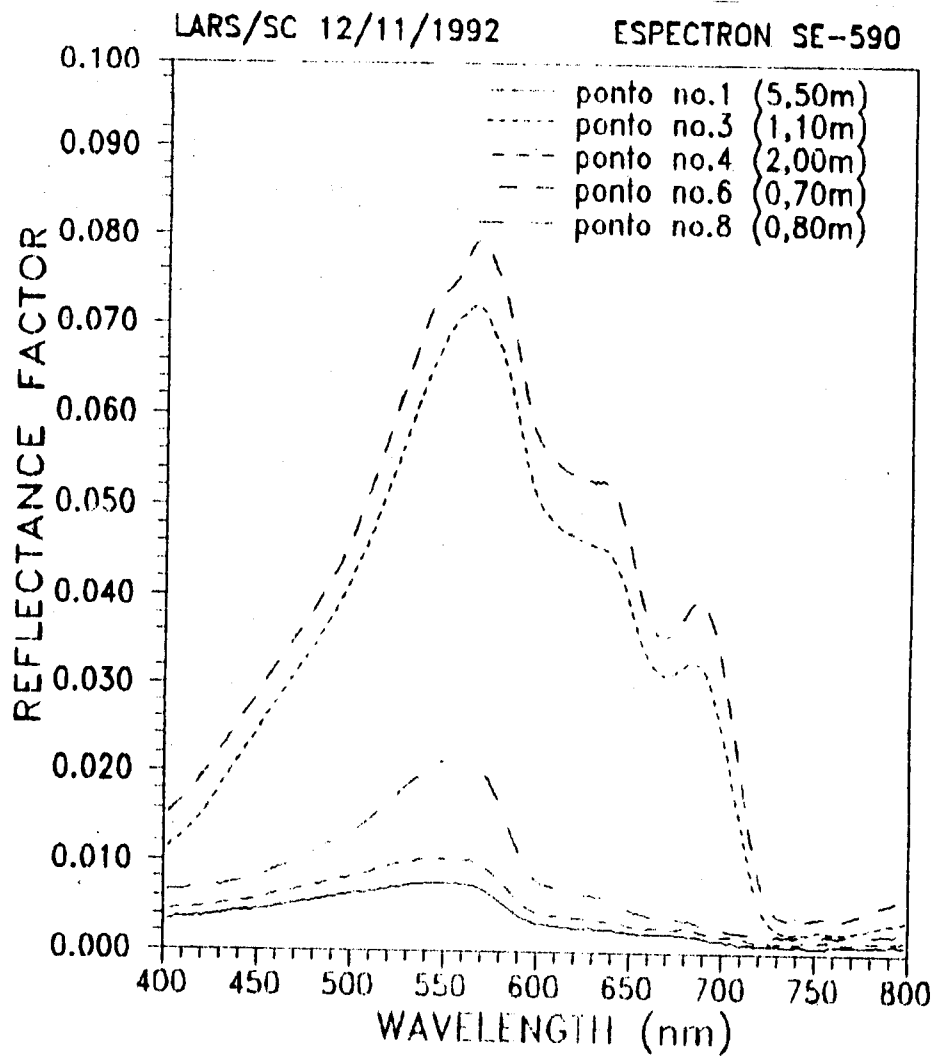


FIGURA 9 : Curvas espectrais de alguns pontos amostrais

TABELA 1 : Valores medios dos fatores de reflectancia correspondentes as bandas dos sensores TM, MSS e HRV 1 e 2.

Estacoes	TM-1	TM-2	TM-3	MSS-1	MSS-2	XS-1	XS-2	PAN
1	0.01	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0
2	0.01	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0
3	0.04	0.04	0.04	0.06	0.04	0.06	0.04	0.04
4	0.01	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0
5	0.02	0.04	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02
6	0.04	0.07	0.04	0.07	0.05	0.07	0.05	0.05
7	0.04	0.07	0.04	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05
8	0.01	0.02	0	0.02	0	0.02	0	0.01
9	0.04	0.07	0.04	0.07	0.05	0.07	0.05	0.05

ESTACAO	HORAS	SESON	CLORO:ILA-A	CLORO:ILA-B	CLORO:ILA-L	SALINIDADE	TEMPERATURA	TRANSPARENCIA
ptos.		(mg/03)	(ng/l)	(ng/l)	(ng/l)	(‰)	(C)	(m)
1	110:00	14.54	0.095	0.1784	0.603	29	25	3
2	110:20	14.46	0.086	0.171	0.603	29	25	4.7
0	110:40	15.18	0.095	0.17	0.595	30	26.5	1.2
3	111:00	16.42	0.094	0.17	0.591	30	30	5
4	111:20	-	-	-	-	-	-	2
5	111:30	-	-	-	-	-	-	0.8
6	111:35	-	-	-	-	-	-	0.8
7	111:45	-	-	-	-	-	-	3.8
8	111:50	-	-	-	-	-	-	0.8
ESTACAO	HORAS	PROFUNDIDADE	FUNDO	FATOR	CONFINAMENTO	Banda TM-1	Banda TM-2	Banda TM-3
ptos.		(m)		REFLECTANCIA	DE ONDA (no)	(n.c.)	(n.c.)	(n.c.)
1	110:00	5.5	ARGILA+MAT.ORGANICO	0.0077	553.3	61	21	17
2	110:20	5.25	ARGILA+MAT.ORGANICO	0.0083	553.3	57	22	16
0	110:40	1.2	AREIA	0.0723	564.8	71	38	35
3	111:00	5	ARGILA+MAT.ORGANICO	0.0103	553.3	59	21	14
4	111:20	2	AREIA+ALGAS	0.0422	561.9	59	22	18
5	111:30	0.8	AREIA	0.0796	567.6	68	31	27
6	111:35	0.8	AREIA+ALGAS/MEIXILHOES	0.0765	564.8	68	32	30
7	111:45	3.8	AREIA	0.0217	556.1	59	21	15
8	111:50	0.8	AREIA	0.0797	564.8	65	32	26

**TABELA 2 : Parâmetros físicos-químicos da área de estudo.**