Disciplina: Dinâmica de Ecossistemas Marinhos

# Plataforma continental: processos químicos

Profa. Mônica Wallner-Kersanach

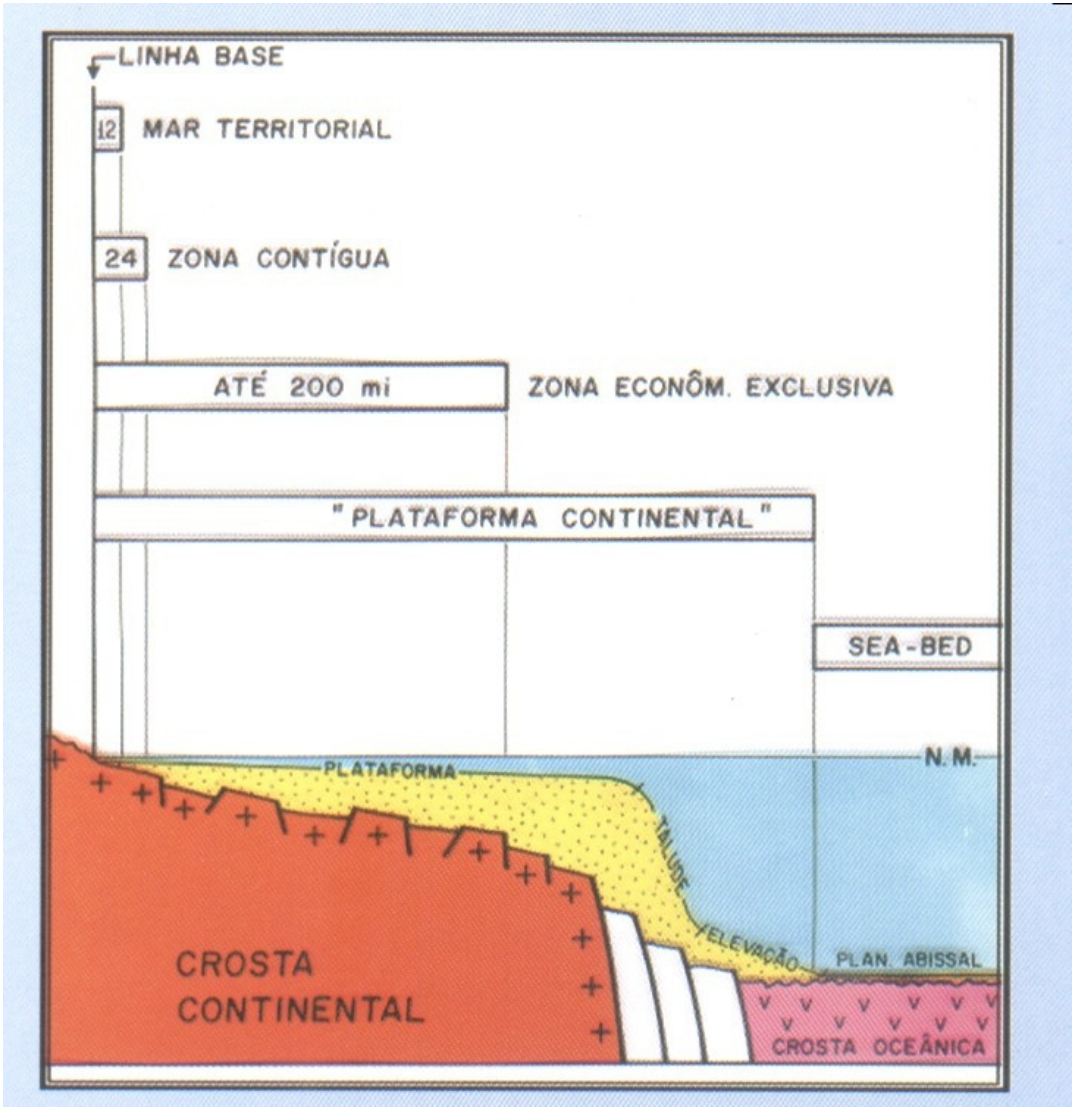
Julho 2014

# Conteúdo

- Plataforma continental: definição e extensão;
- Transporte de material para o oceano;
- Estudos na plataforma continental do RS.

# Plataforma continental

- Compreende a parte submersa costeira, que se extende do continente até a quebra do talude (área submersa mais profunda).
- Muitas plataformas existentes no mundo foram expostas durante os períodos glacial e interglacial.



# Contribuição de sedimento em suspensão para os oceanos

(a) Suspended sediment discharge from major rivers.

| River | Annual suspended sediment discharge ($\times 10^6$ t yr$^{-1}$) 1 | 2 |
|---|---|---|
| Hwang Ho (China) | 1890 | 1080 |
| Ganges (India) Brahmaputra (Bangladesh) | 2180 | 1670 |
| Yangtze (China) | 502 | 478 |
| Indus (Pakistan) | 440 | 100 |
| Amazon (Brazil) | 364 | 900 |
| Mississippi (USA) | 349 | 210 |
| Irrawaddy (Burma) | 300 | 265 |
| Mekong (Thailand) | 170 | 160 |
| Red (North Vietnam) | 410 | — |
| Nile (Africa) | 111 | 0 |
| Zaire (Africa) | 64 | 43 |
| Niger (Nigeria) | 4 | 40 |
| St Lawrence (Canada) | 4 | 4 |

(b) Suspended sediment discharge in the oceans by rivers from the continents.

| Continental region | Drainage area ($10^6$ km$^2$) 1 | 2 | Sediment discharge ($10^6$ t yr$^{-1}$) 1 | 2 | Sediment yield (t km$^{-2}$ yr$^{-1}$) 1 | 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| North and Central America | 20.48 | 17.50 | 1780 | 1462 | 87 | 84 |
| South America | 19.20 | 17.90 | 1090 | 1788 | 57 | 97 |
| Europe | 9.2 | 4.61 | 290 | 230 | 32 | 50 |
| Eurasian Arctic | — | 11.17 | — | 84 | — | 8 |
| Asia | 26.6 | 16.88 | 14480 | 6349 | 543 | 380 |
| Africa | 19.7 | 15.34 | 490 | 530 | 25 | 35 |
| Australia | 5.1 | 2.20 | 210 | 62 | 41 | 28 |
| Large Pacific Islands | — | 3.00 | — | 3000 | — | 1000 |

Chester (2003)

# Contribuição anual de Carbono Orgânico Dissolvido (DOC) e Particulado (POC)

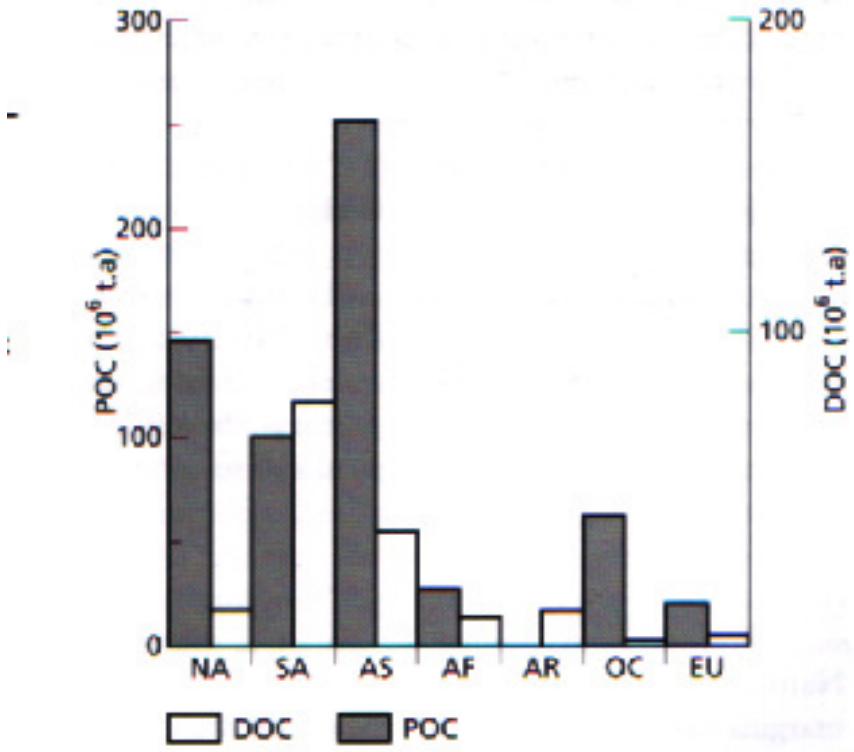



**Fig. 6.2** Annual fluvial inputs of particulate organic carbon (POC) and dissolved organic carbon (DOC) from the continents (from Degens & Ittekkot, 1985). NA, North America; SA, South America; AS, Asia; AF, Africa; AR, Arctic USSR; OC, Oceania; EU, Europe.

Chester (2003)

# Fluxos de carbono orgânico dos rios no mundo

**Table 6.7** Fluvial organic carbon fluxes to the World Ocean (data from Degens *et al.*, 1991b).

| Continent | Total discharge ($km^3 yr^{-1}$) | Total suspended solids ($\times 10^{15} g yr^{-1}$) | DOC ($\times 10^{15} g yr^{-1}$) | POC ($\times 10^{15} g yr^{-1}$) | TOC‡ ($\times 10^{15} g yr^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| South America | 11 039 | 1.93 | 0.044 | 0.024 | 0.067 |
| North America | 5840 | 1.83 | 0.034 | 0.0145 | 0.042 |
| Africa | 3409 | 0.211 | 0.025 | 0.008 | 0.033 |
| Asia | 12 205 | 11.2 | 0.094 | 0.13 | 0.17 |
| Europe* | 2826 | 0.42 | — | — | 0.024 |
| Total† | 35 319 | 15.6 | — | — | 0.336 |

* Selected rivers. † Excluding Australia. ‡ Approximate values of total organic carbon.

Chester (2003)

# Contribuição atmosférica e de rios para os oceanos no mundo

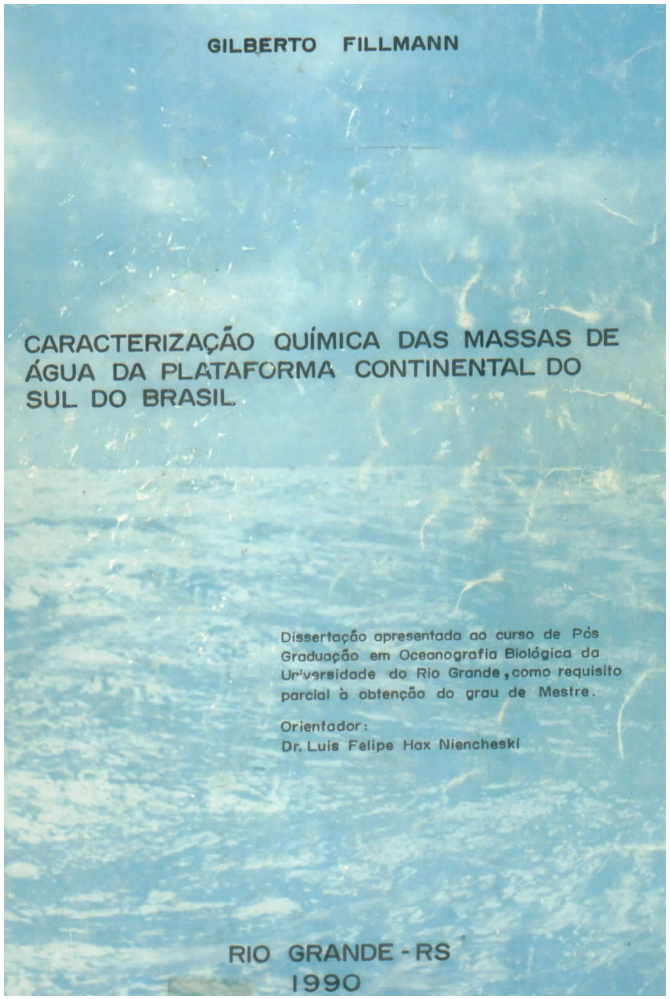
**Table 6.19** Atmospheric versus fluvial deposition of elements to the World Ocean; units, $10^9$ g yr$^{-1}$ (data from Duce *et al.*, 1991).

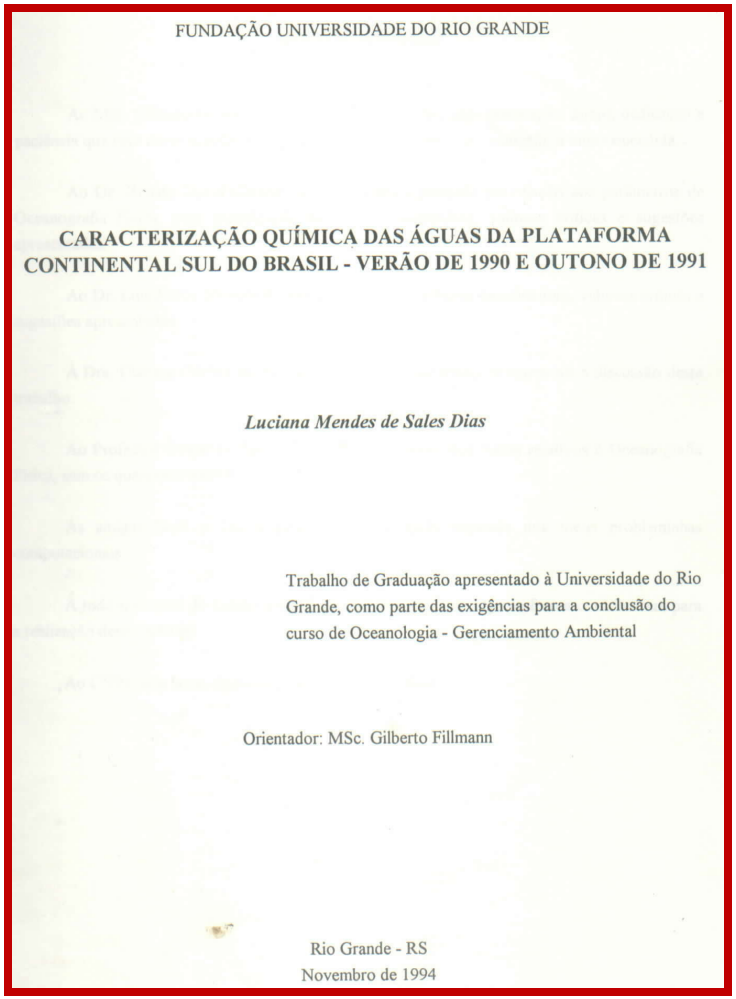
| | Atmospheric input | | Fluvial input | |
|---|---|---|---|---|
| Element | Dissolved | Particulate | Dissolved | Particulate |
| Fe | $3.2 \times 10^3$ | $29 \times 10^3$ | $1.1 \times 10^3$ | $110 \times 10^3$ |
| P | 310 | 640 | Total 300* | Total 300* |
| Ni | 8–11 | 14–17 | 11 | 1400 |
| Cu | 14–45 | 2–7 | 10 | 1500 |
| Pb | 80 | 10 | 2 | 1600 |
| Zn | 33–170 | 11–60 | 6 | 3900 |
| Cd | 1.9–3.3 | 0.4–0.7 | 0.3 | 15 |
| As | 2.3–5.0 | 1.3–2.9 | 10 | 80 |

* Total P input to marine sediments.

Chester (2003)

# Estudos de caso na costa do RS





FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO RIO GRANDE

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DAS ÁGUAS DA PLATAFORMA CONTINENTAL SUL DO BRASIL - VERÃO DE 1990 E OUTONO DE 1991**

*Luciana Mendes de Sales Dias*

Trabalho de Graduação apresentado à Universidade do Rio Grande, como parte das exigências para a conclusão do curso de Oceanologia - Gerenciamento Ambiental

Orientador: MSc. Gilberto Fillmann

Rio Grande - RS
Novembro de 1994

Fundação Universidade Federal do Rio Grande
Departamento de Química
Laboratório de Hidroquímica
Curso de Oceanologia

# Contribuição aos Estudos Hidroquímicos da Plataforma Continental Sul-Sudeste do Brasil

**Clarissa Del Rosso Barbosa**

Trabalho de Graduação apresentado a Comissão de Curso de Oceanologia, como parte das exigências para a obtenção do grau de Oceanógrafa.
Área: Gerenciamento Ambiental.

**Orientador: Dr. Luis Felipe Hax Niencheski**

Abril, 2000
Rio Grande - RS
Brasil

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RIO GRANDE**
**PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA**

# HIDROQUÍMICA DA PLATAFORMA SUL DO BRASIL: CARACTERIZAÇÃO E VARIABILIDADE SAZONAL

**MÁRCIO FERREIRA LOPES**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre**

**Orientador: Dr. Luis Felipe Niencheski**

**RIO GRANDE**
**Julho / 2004**

Contribuições para a Plataforma Continental do Sul do Brasil:

a) contribuições continentais oriundas de descargas superficiais;

b) intrusão de massas de água ricas em nutrientes;

c) o processo de ressurgência; e

d) os locais onde possa ocorrer a advecção de águas subterrâneas.

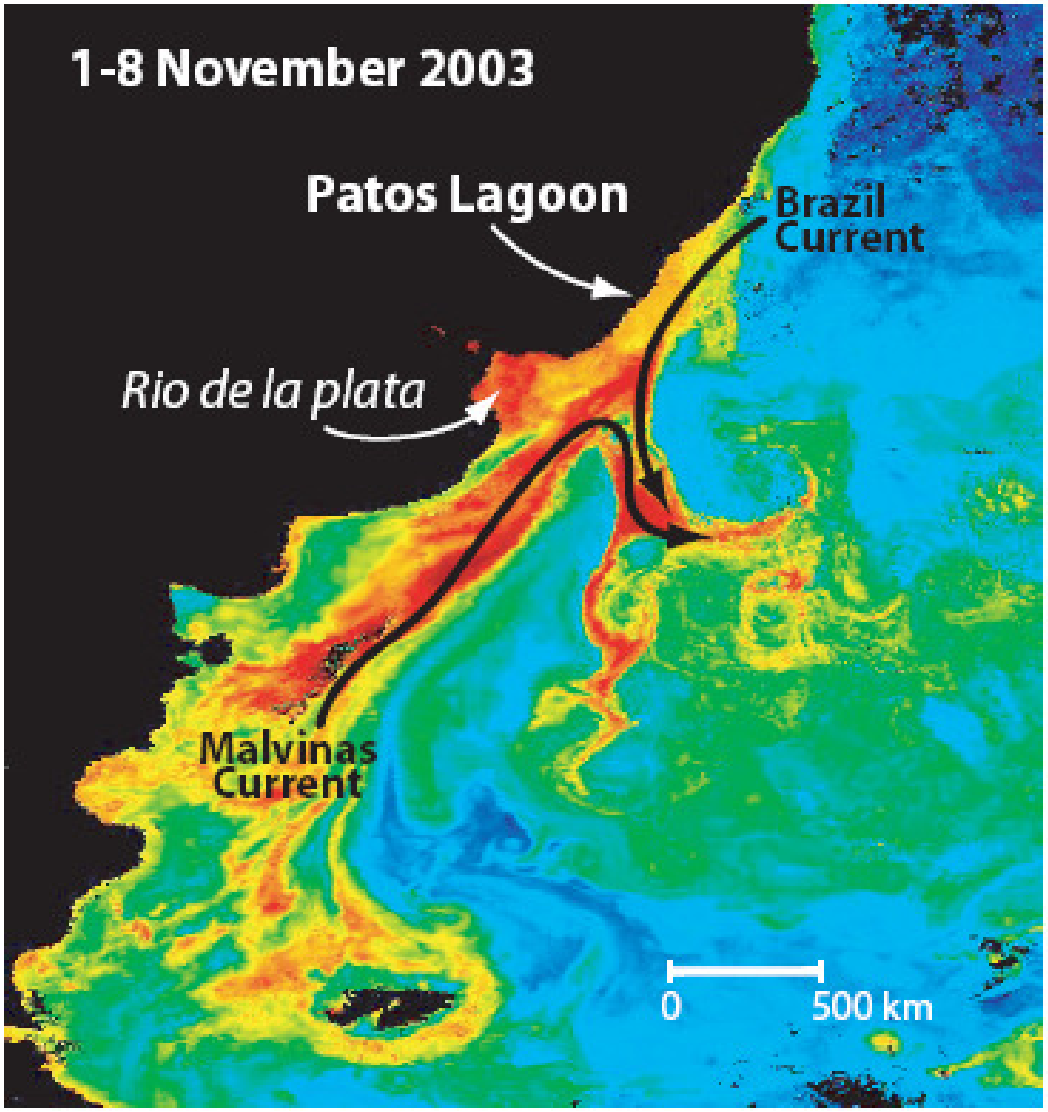
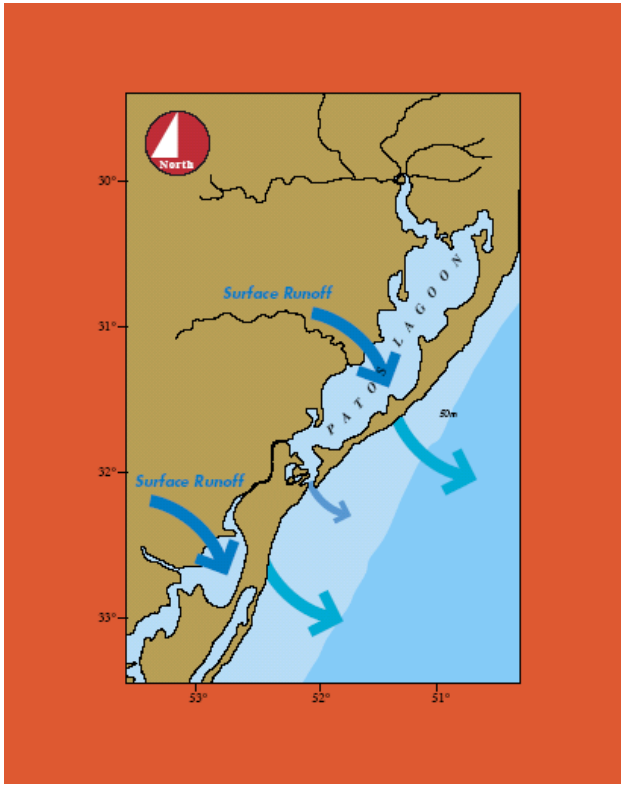
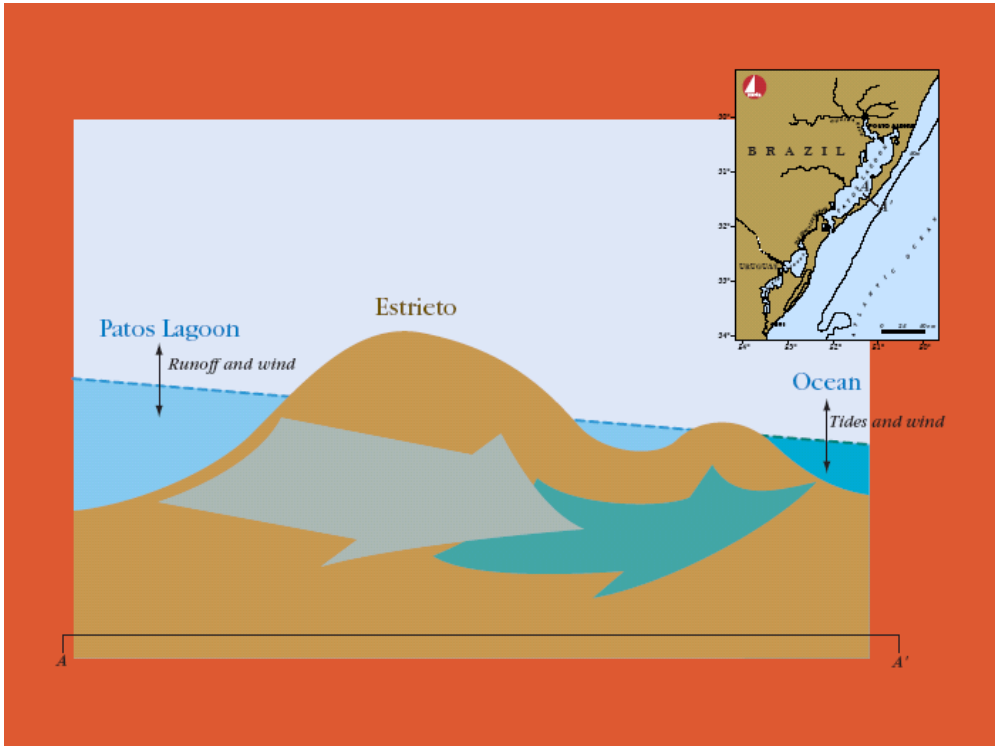
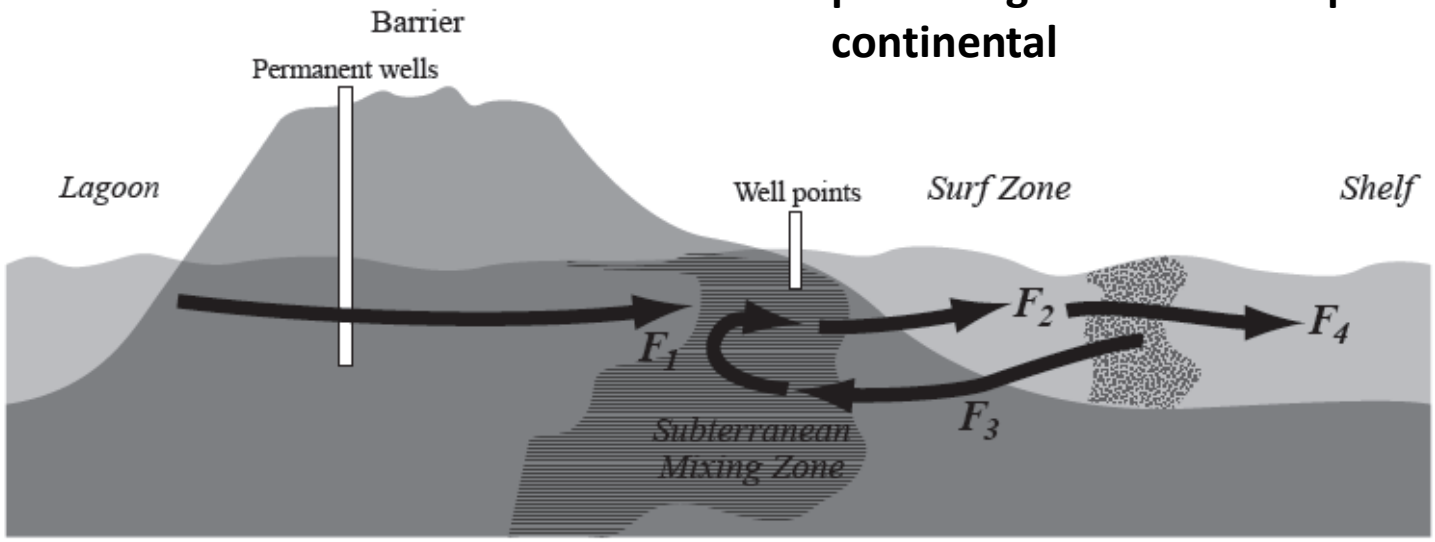



Figure 1: Weekly averaged SeaWiFS chlorophyll image of the Southwestern Atlantic Ocean Margin (*ca.* 28-55° S), MODIS ocean color image showing chlorophyll along the frontal zone of the Brazil-Malvinas Confluence. Image provided by the SeaWiFS Project, NASA/Goddard Space Flight Center and ORBIMAGE. Distance scale is approximate. Current locations are only approximate.




**Contribuição da água subterrânea para a região costeira da plataforma continental**



# Estudos na plataforma

# Levantamento de dados  físico-químicos existentes na plataforma continental

## 3. COMPOSIÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUA E SEUS POTENCIAIS PRODUTIVOS NA ÁREA ENTRE O CABO DE SÃO TOMÉ (RJ) E O CHUÍ (RS)

*Elisabete S. Braga e Luis Felipe H. Niencheski*

[*Colaboradores:* João Carlos Cattini Maluf (IOUSP), Rosuita Helena Roso (DHN) e Clarissa Del Rosso Barbosa (FURG)]

### INTRODUÇÃO

Na região de estudo (Fig. 1), a plataforma interna é ocupada pela Água Costeira (AC), a qual está sujeita aos processos de mistura causados pelo vento e correntes de maré, muitas vezes apresentando características homogêneas quando a influência continental é reduzida. A formação de uma frente térmica de fundo separa a plataforma interna da plataforma intermediária. A posição da frente térmica muda sazonalmente, estando mais próxima da costa no verão e mais afastada no inverno. A diferença de temperatura é bastante pronunciada na frente durante o verão, quando uma termoclina pouco profunda ocorre e se identifica a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na camada inferior. As águas da plataforma intermediária são separadas daquelas da plataforma externa por uma frente salina pouco profunda. Águas mais salinas são características da Água Tropical (AT) e estão presentes na camada superior do domínio externo da plataforma, onde existe forte influência da ACAS nas camadas inferiores.

As características termohalinas das massas de água na costa sudeste-sul do Brasil apresentam amplitudes significativas de variação, sobretudo em função da sazonalidade e dinâmica das mesmas. Com isso, as variações das características químicas dessas massas acompanham suas mudanças físicas e biológicas.

Um mecanismo que contribui para a estrutura da termoclina na costa sudeste-sul do Brasil é a variação sazonal da direção e intensidade dos ventos. Durante o verão, a direção predominante dos ventos pertence ao primeiro quadrante (E-N), com o componente paralelo à costa soprando de nordeste para sudoes-



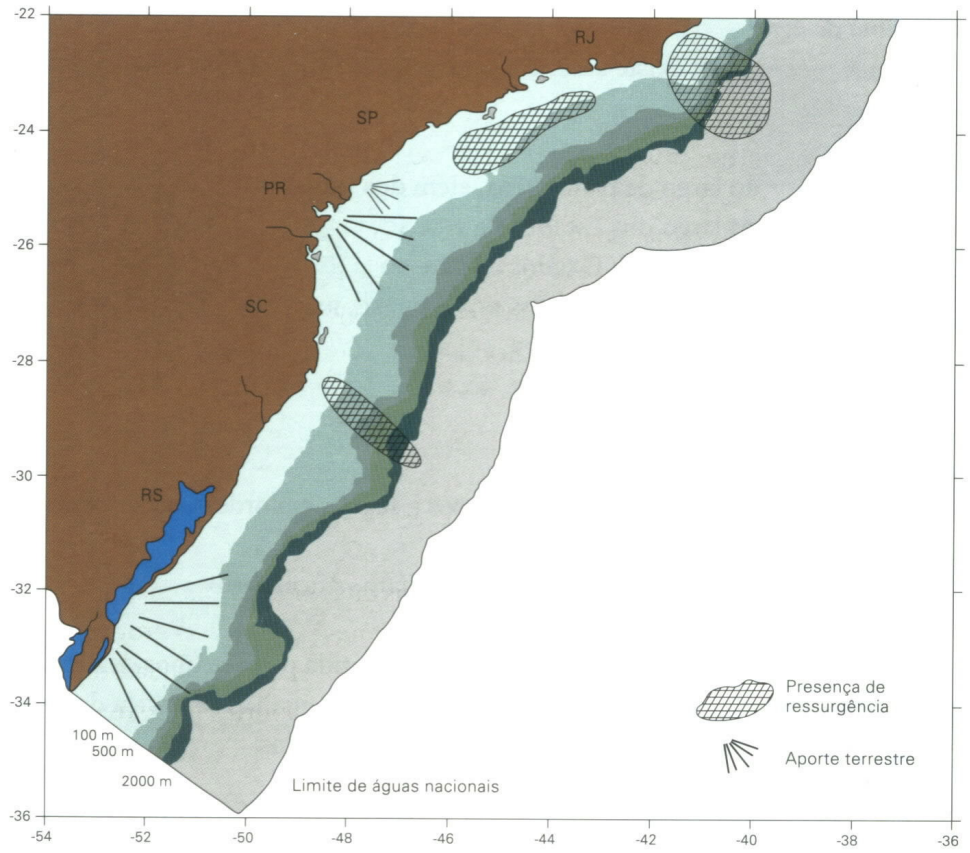



Figura 42 Quadro sintético dos principais fenômenos da costa sudeste-sul.

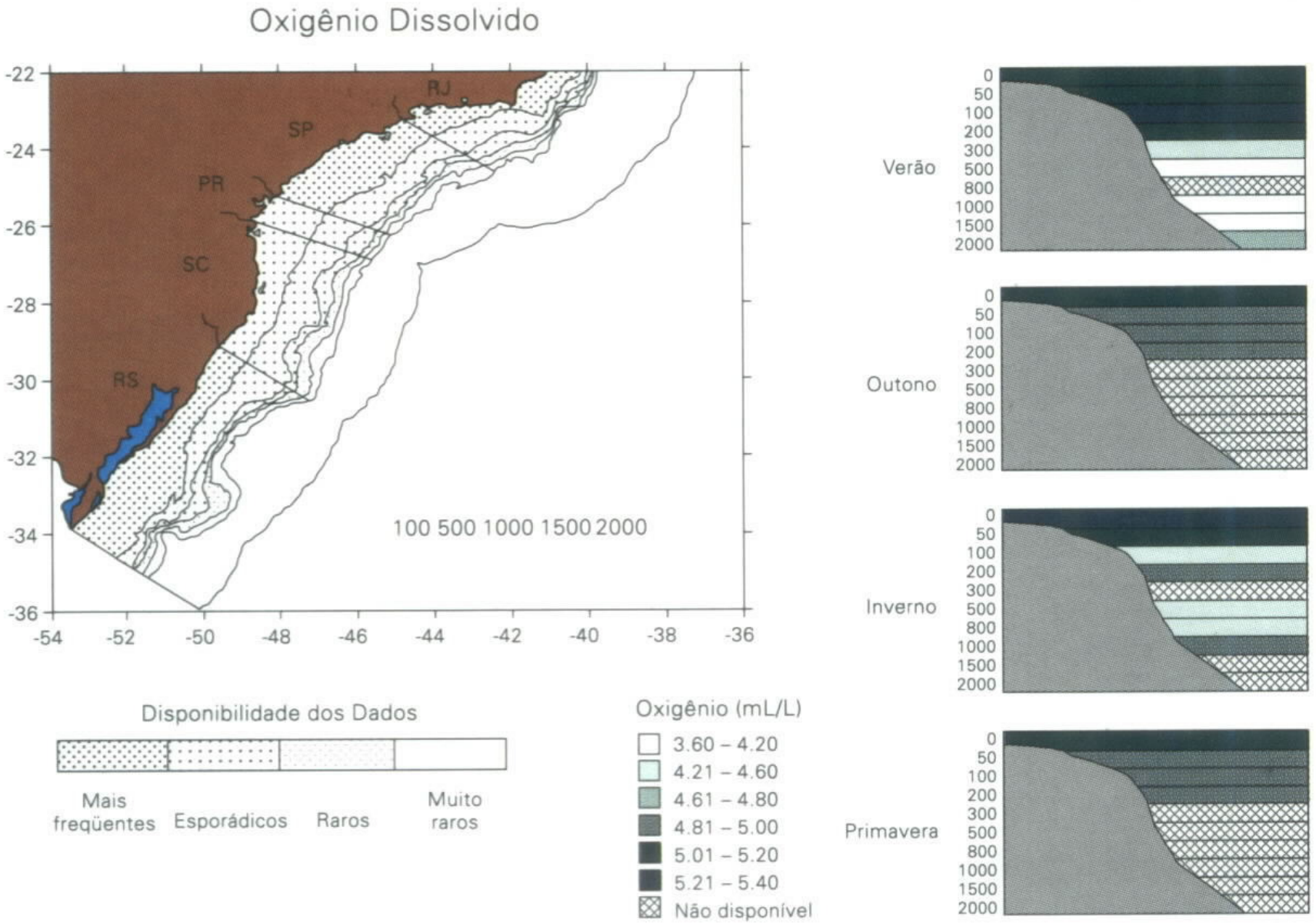



Figura 35 Síntese de informações sazonais e de disponibilidade de dados de OD.

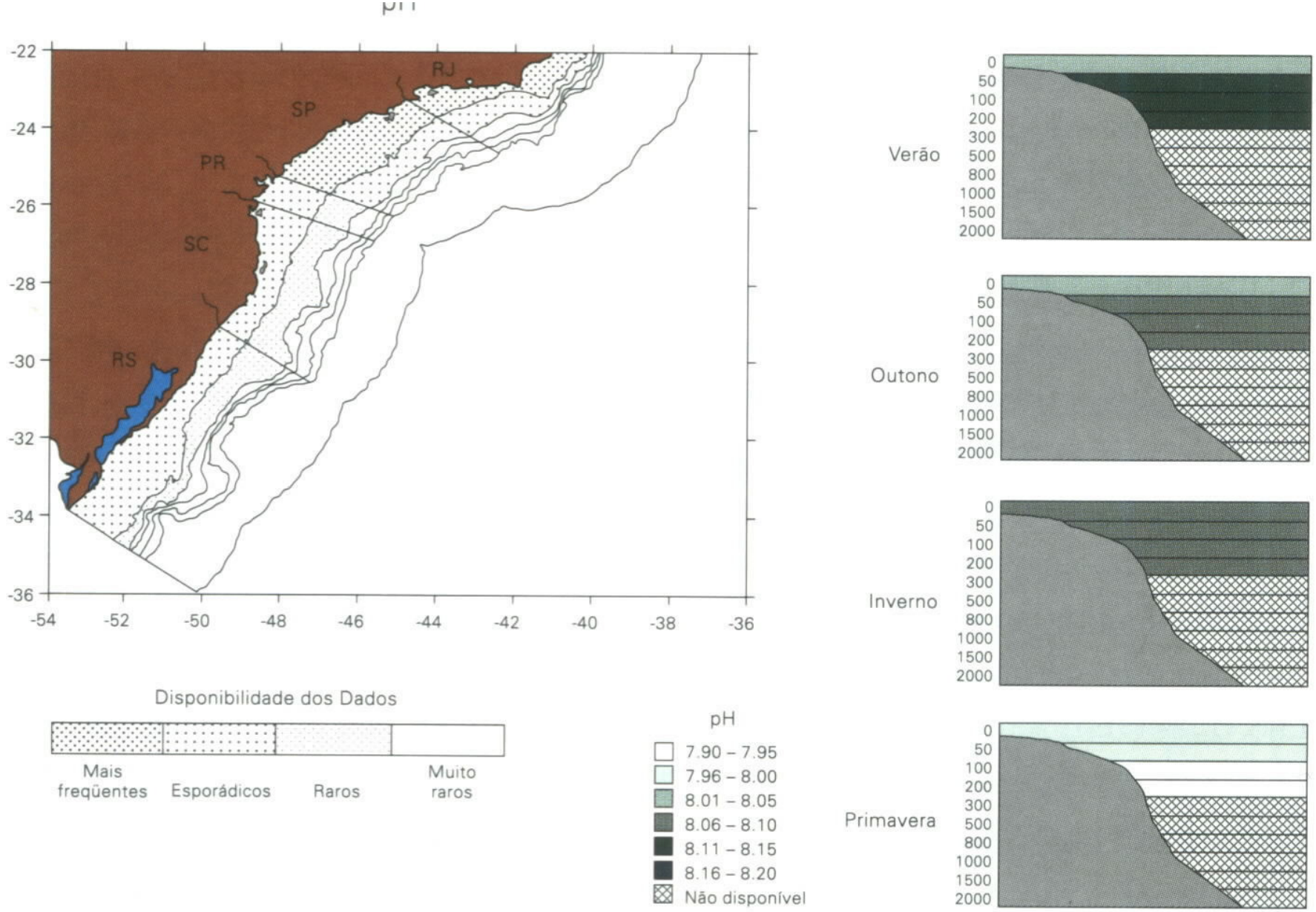



Figura 36 Síntese de informações sazonais e de disponibilidade de dados de pH.

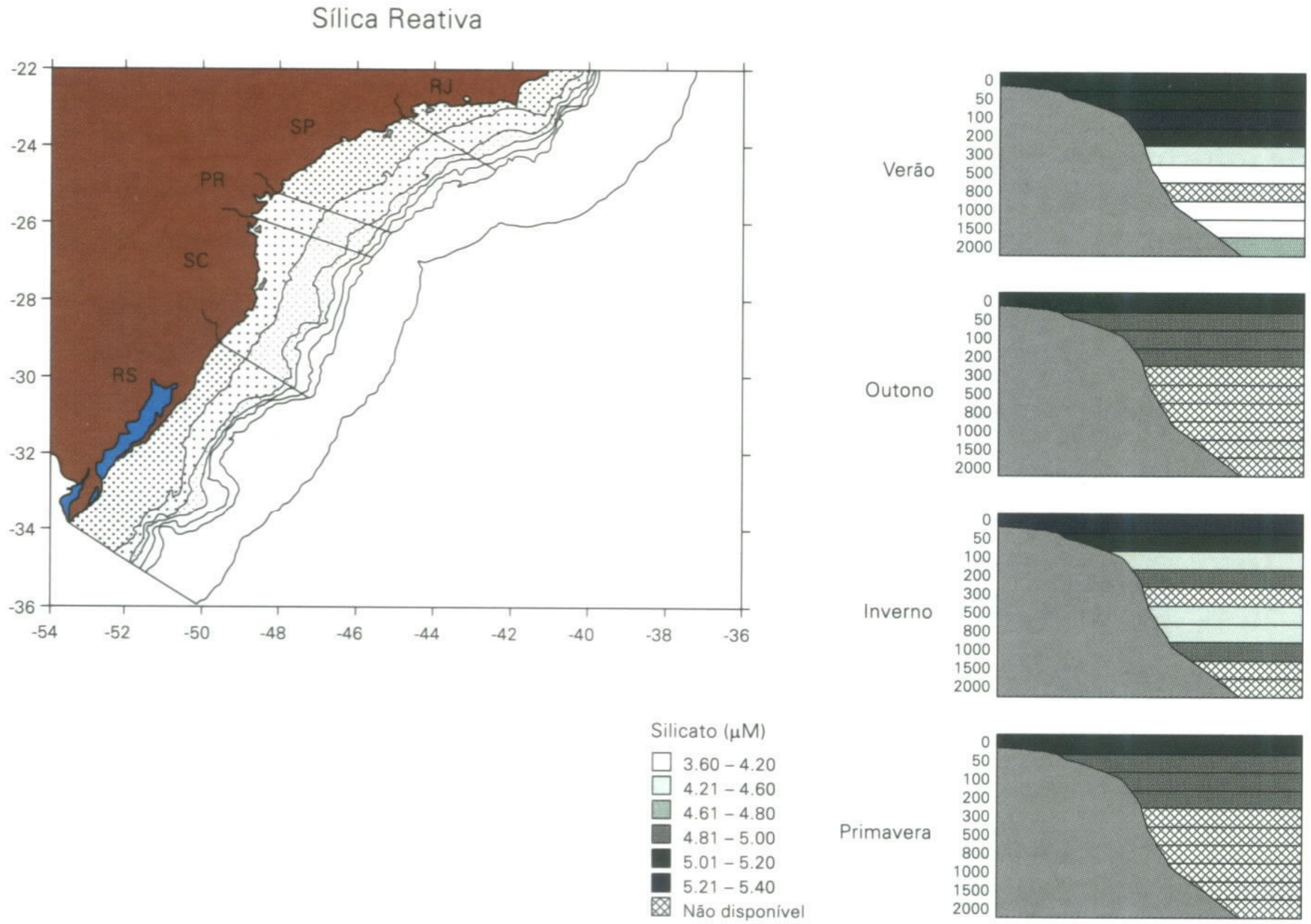



Figura 37 Síntese de informações sazonais e de disponibilidade de dados de sílica reativa.

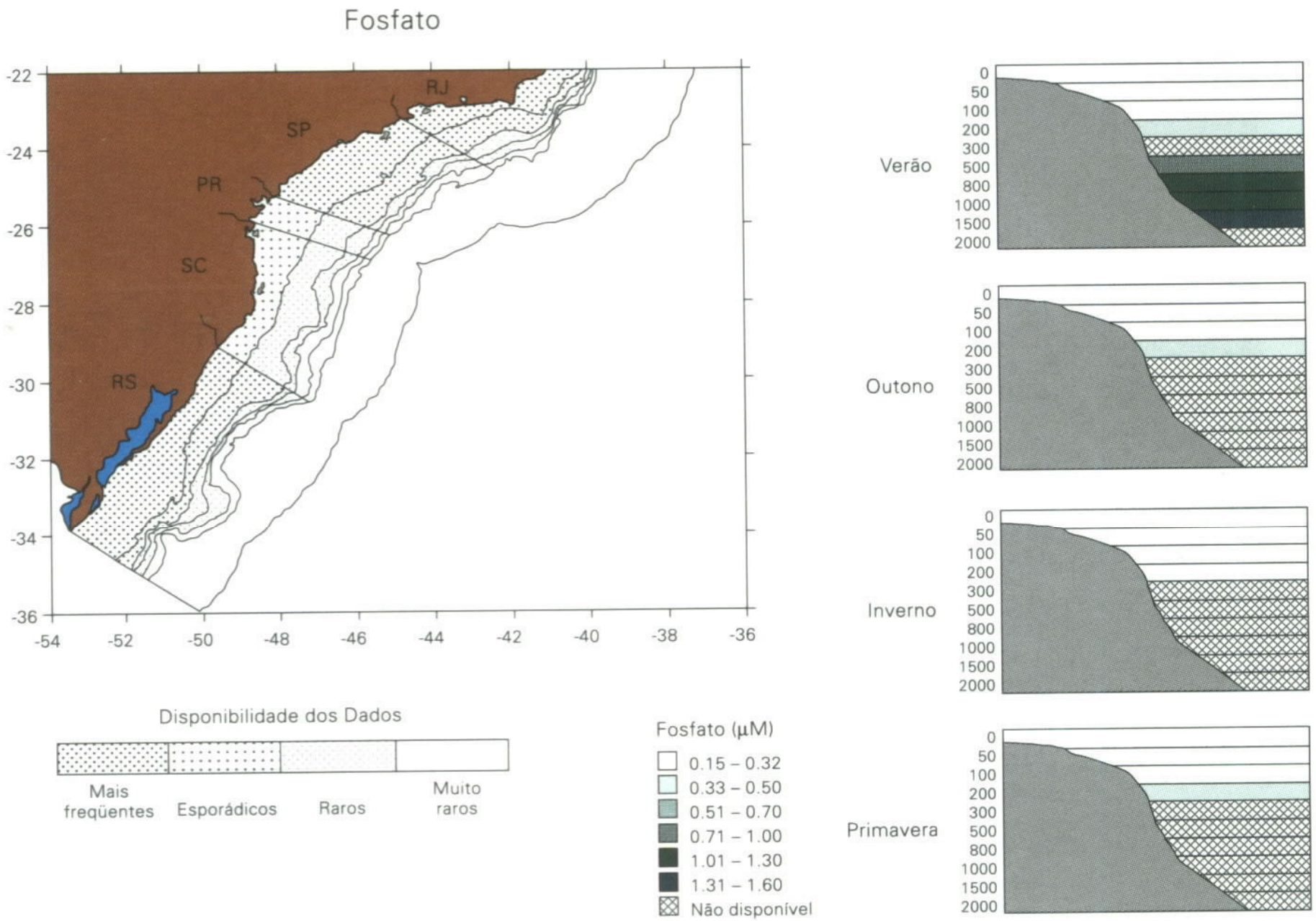



Figura 38 Síntese de informações sazonais e de disponibilidade de dados de fosfato.

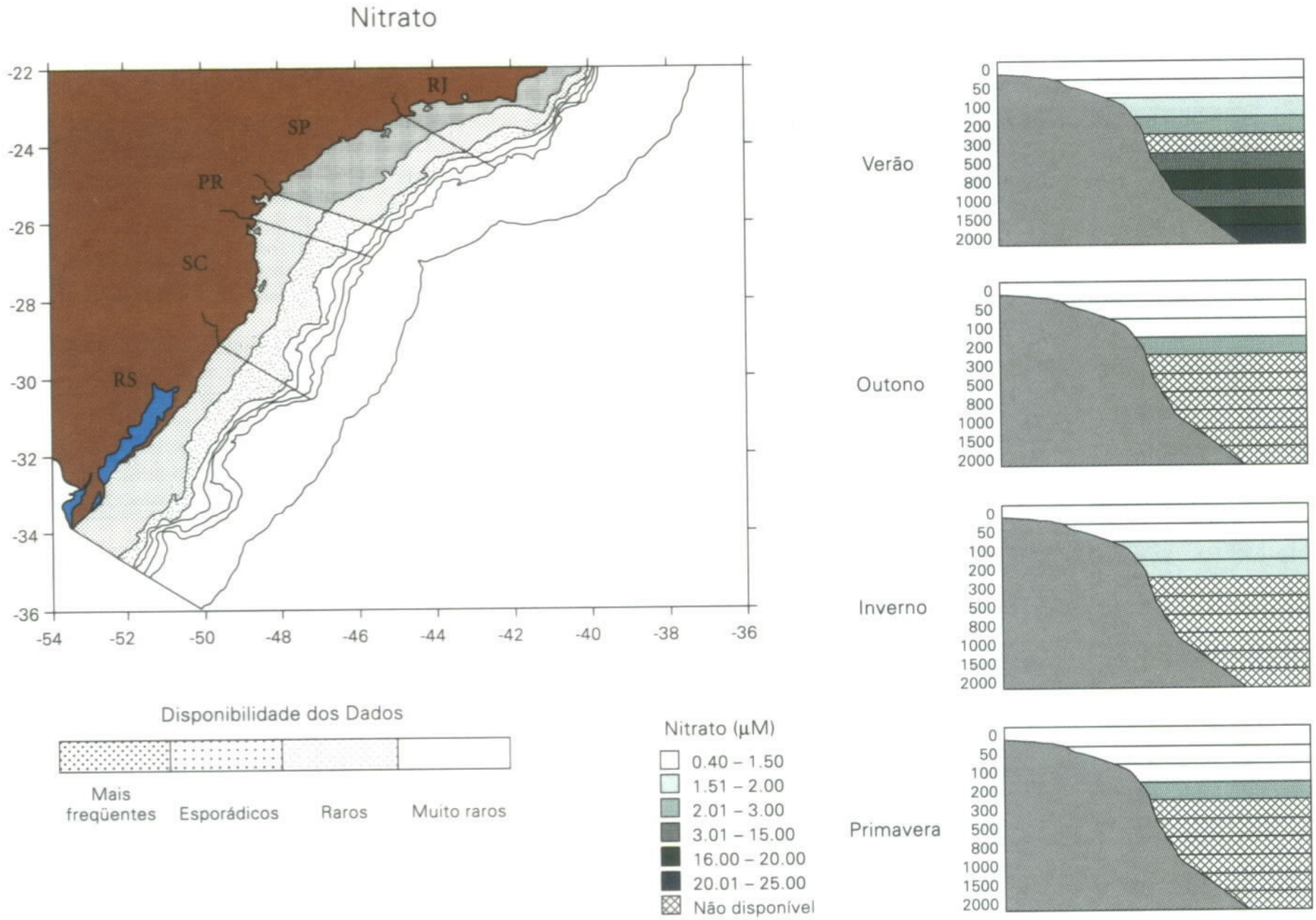



**Figura 39** Síntese de informações sazonais e de disponibilidade de dados de nitrato.

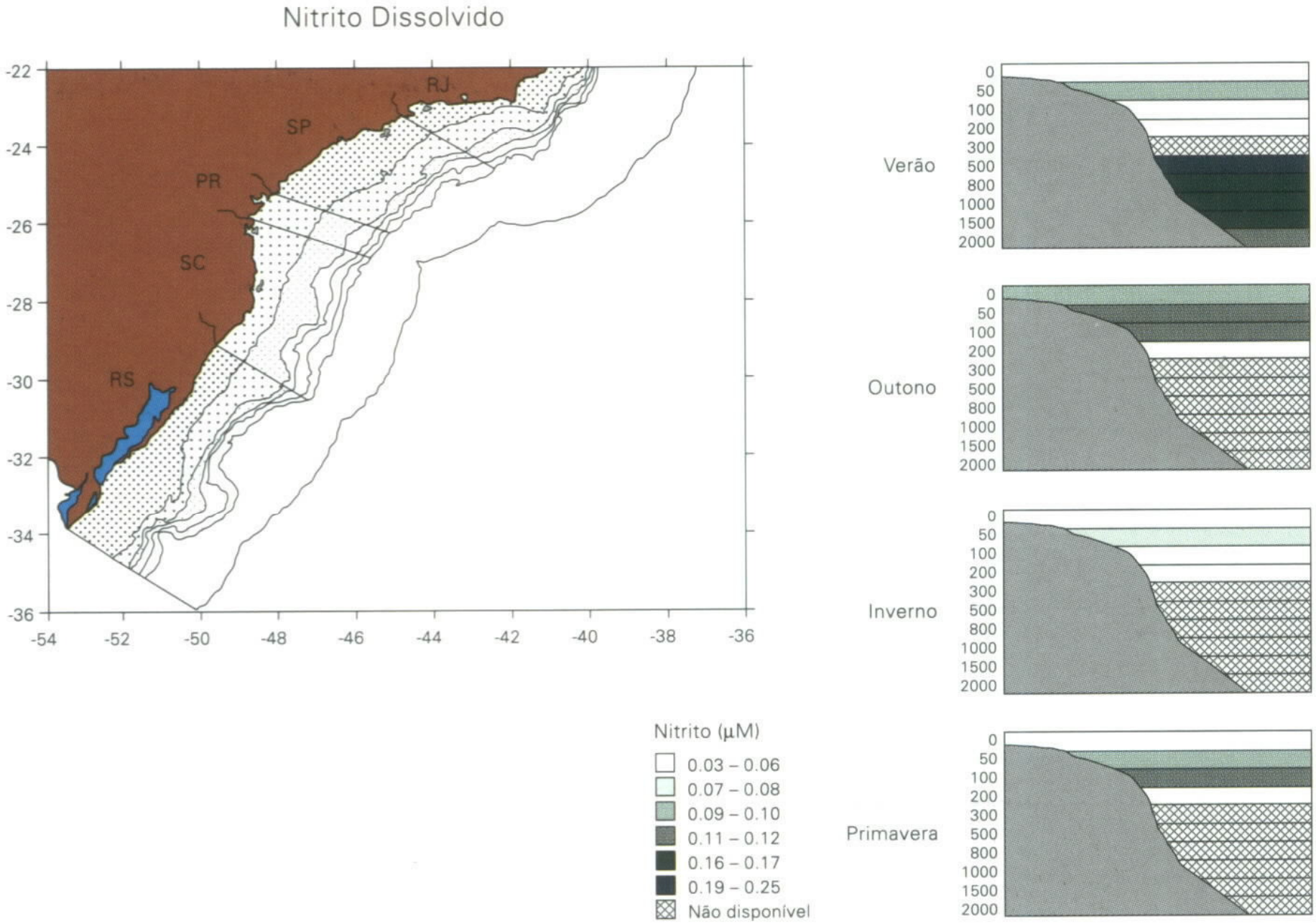



**Figura 40** Síntese de informações sazonais e de disponibilidade nitrito.

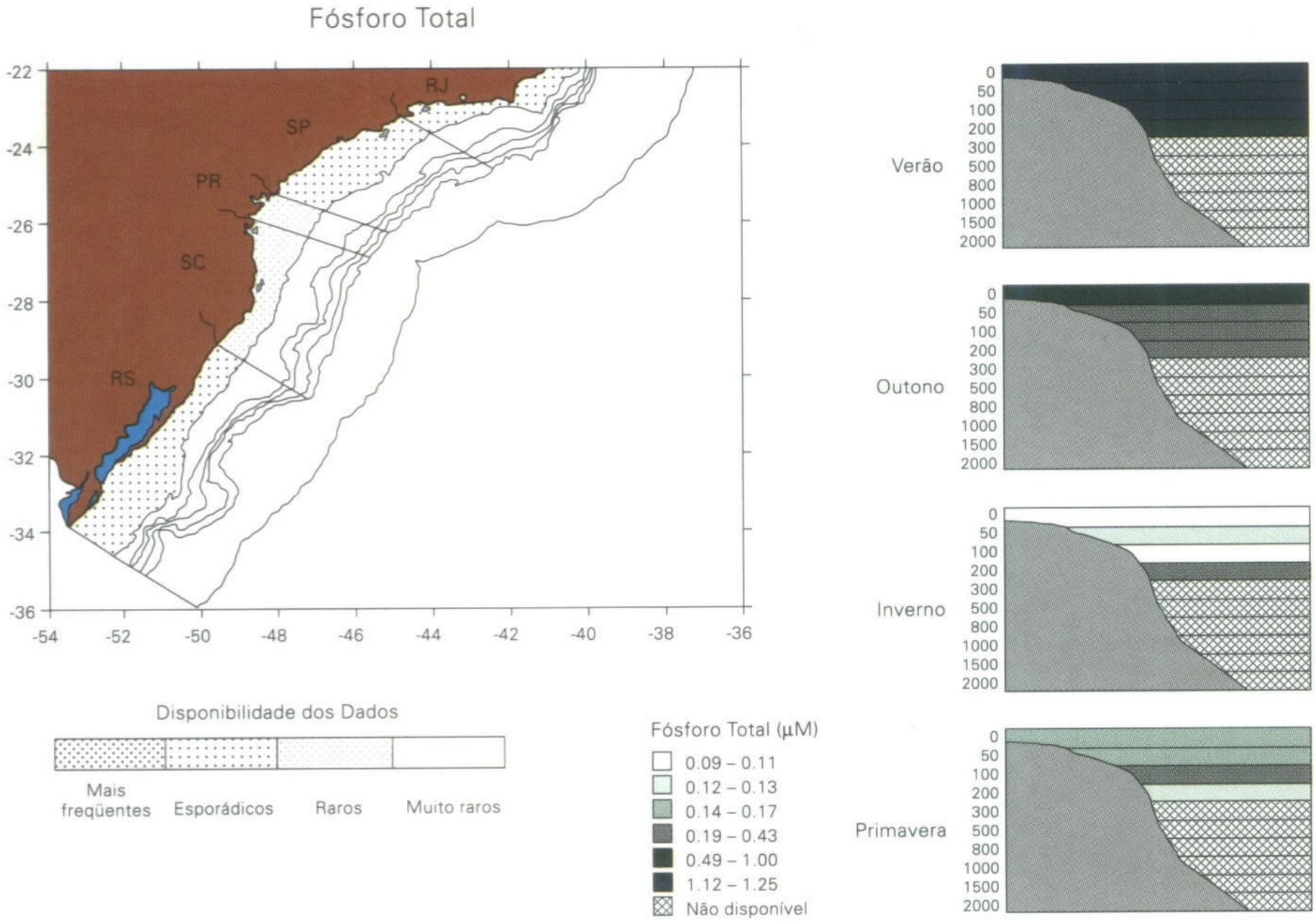



**Figura 41** Síntese de informações sazonais e de disponibilidade de fósforo total.

# Programa ECOPEL

Dissertação de mestrado - Programa ECOPEL

# HIDROQUÍMICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL DO SUL DO BRASIL: CARACTERIZAÇÃO E VARIABILIDADE SAZONAL

Oc. Márcio Ferreira Lopes

Orientador: Dr. Luis Felipe Hax Niencheski

## Capítulo 1

# " VARIAÇÃO SAZONAL DE NUTRIENTES INORGÂNICOS DISSOLVIDOS NA PLATAFORMA DO RIO GRANDE DO SUL E BRASIL (31°40'S – 33°40'S) E SUA RELAÇÃO COM AS MASSAS DE ÁGUA"

## Capítulo 2

# "DIFERENÇAS LATITUDINAIS NA DISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES ENTRE AS LATITUDES DE 30°S-34°30'S E 31°40'S – 33°45'S DURANTE O PERÍODO DE OUTONO"

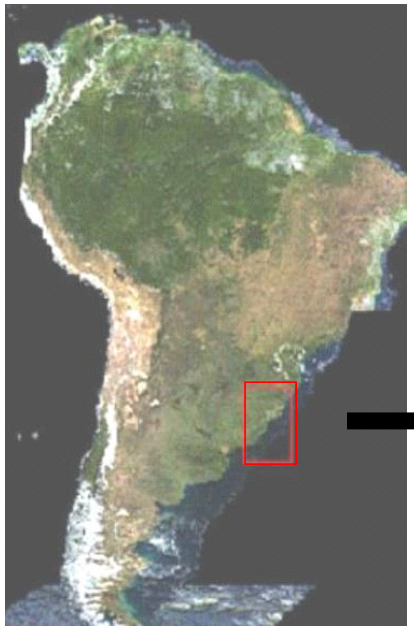
## Capítulo 3

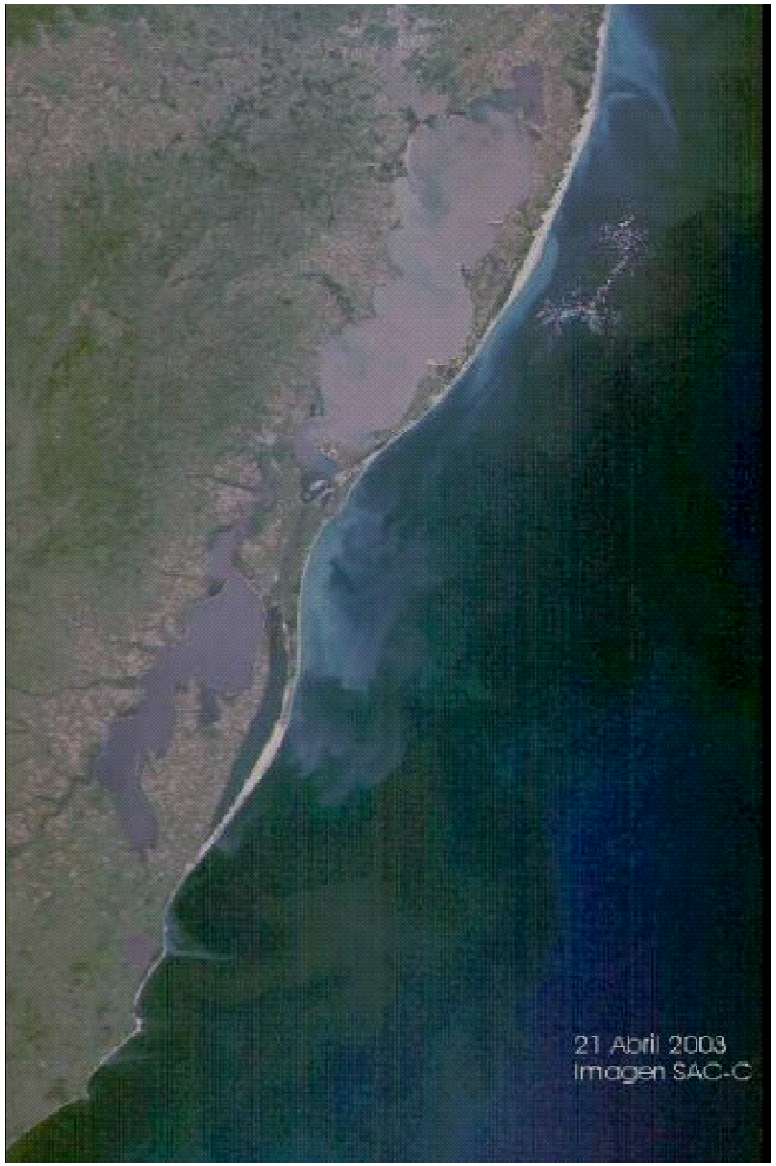
# "IMPORTÂNCIA DA DESCARGA DE ÁGUA CONTINENTAL NA COMPOSIÇÃO RELATIVA IÔNICA AO LARGO DA PLATAFORMA CONTINENTAL SUL BRASILEIRA – INVERNO DE 1988"

Capitulo 1

# “ VARIAÇÃO SAZONAL DE NUTRIENTES INORGÂNICOS DISSOLVIDOS NA PLATAFORMA DO RIO GRANDE DO SUL (31°40’S – 33°40’S) E SUA RELAÇÃO COM AS MASSAS DE ÁGUA”

# Área de estudo





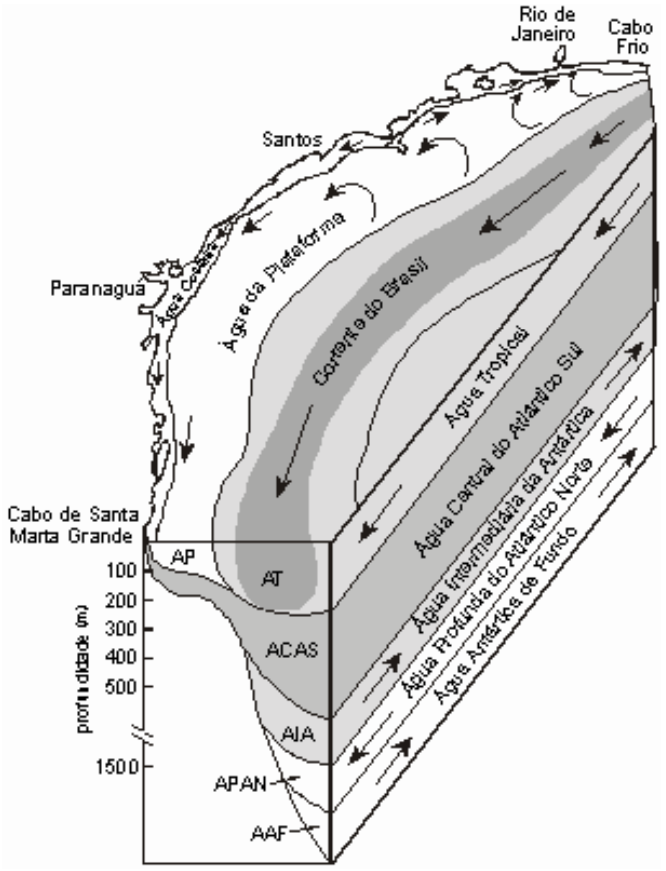
**Estudos realizados na plataforma continental do extremo sul do Brasil mostram a presença de quatro massas de água características:**

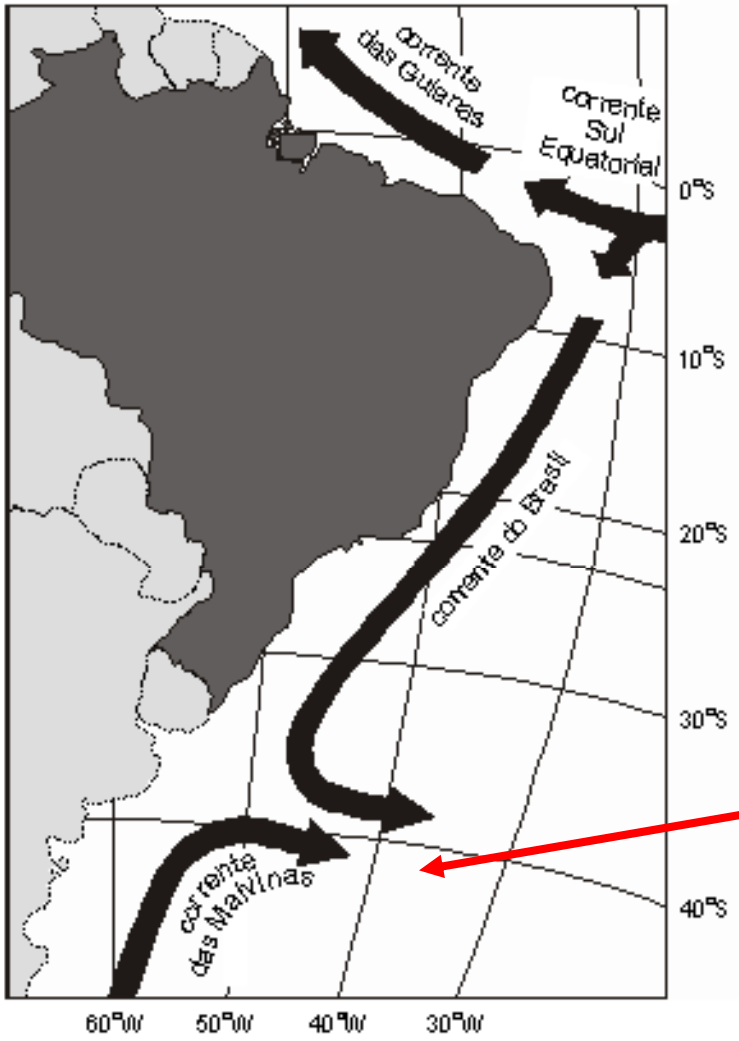
**Água Costeira (AC)**

**Água Tropical (AT)**

**Água Subantártica (ASA)**

**Água Subtropical (AST)**






# PADRÕES DE CIRCULAÇÃO DAS ÁGUAS DO SUL DO BRASIL

**Convergência Subtropical**

**(Malvinas⇔ Brasil)**

- **MEANDROS (formam vórtices ciclônicos)**

**- BOLSÕES DE NÚCLEOS QUENTES**

**- PROCESSOS DE RESSURGÊNCIAS**

⇧ COMPLEXA HIDROGRAFIA

⇧ APORTES CONTINENTAIS (Rio da Prata e Lagoa dos Patos)

⇧ ALTA PRODUTIVIDADE BIOLÓGICA (FITOPLÂNCTON, ZOOPLÂNCTON, CEFALÓPODES, PEIXES, ...)

⇧ IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA E ECONÔMICA

Segundo **Odebrecht & Garcia (1998),**

# Produção Primária Fitoplanctônica

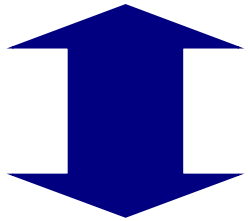
- ✓ **transporte em direção ao norte, das águas de origem subantártica**
- ✓ **aporte continental**
- ✓ **Processos de Ressurgência da Água Subtropical (AST= ACAS)**

O padrão de distribuição da concentração de *clorofila a* e das taxas de produção primária

apresentam variações sazonais (espacial e temporal)

**Diferentes massas de água**

**Processos meteorológicos de larga escala, como o *El Niño*, que pode causar variações interanuais nas características hidrográficas como resultado das diferenças nas taxas de precipitação pluviométrica**



**Variando o aporte continental**

⇧**Aporte Continental**

⇧ **Nutrientes Inorgânicos Dissolvidos**

(AMÔNIO , NITRITO, NITRATO, FOSFATO E SILICATO)

# [ NUTRIENTES ] VARIAM NAS DIFERENTES MASSAS DE ÁGUA, E EM FUNÇÃO:

- ✓ **Aportes continentais (↑)**
- ✓**Processos de oxidação da matéria orgânica (remineralização interna) (↑)**
- ✓**Processos de Ressurgência (↑)**
- ✓**trocas entre a interface sedimento-coluna d´agua (↓↑)**
- ✓ **trocas entre a interface oceano-atmosfera (↓↑)**
- ✓ **taxas de assimilação pela biota (↓)**

# Água Subtropical - AST (ACAS)

## ( Caracterizada por apresentar altas [ ]  de nutrientes )

↓ **baixas taxas de assimilação**

↑ **acumulação de nutrientes ao longo do seu deslocamento em altas profundidades (remineralização interna da matéria orgânica)**

AST = PROCESSOS DE RESSURGÊNCIA (2 TIPOS) **(Lima & Castello, 1995)**

**Ressurgências de AST profunda na região costeira (primavera/verão)**

**Ressurgências de AST profunda na quebra do talude (inverno/primavera) Mais importante!!!**

# AT (Água Tropical)

A mais pobre (nutrientes) de todas as massas de água presentes ao longo da plataforma continental do extremo sul do Brasil **(Ciotti, 1990; Fillmann, 1990; Sales Dias, 1994; Del Rosso, 2000)**

O estudo dos parâmetros físico-químicos além de ajudar a explicar variações na produção biológica, podem melhorar a compreensão dos processos de mistura das águas.

**Os dados utilizados neste estudo foram gerados pelo programa ECOPEL (Estudo do Ecossistema Pelágico do Extremo Sul do Brasil)**

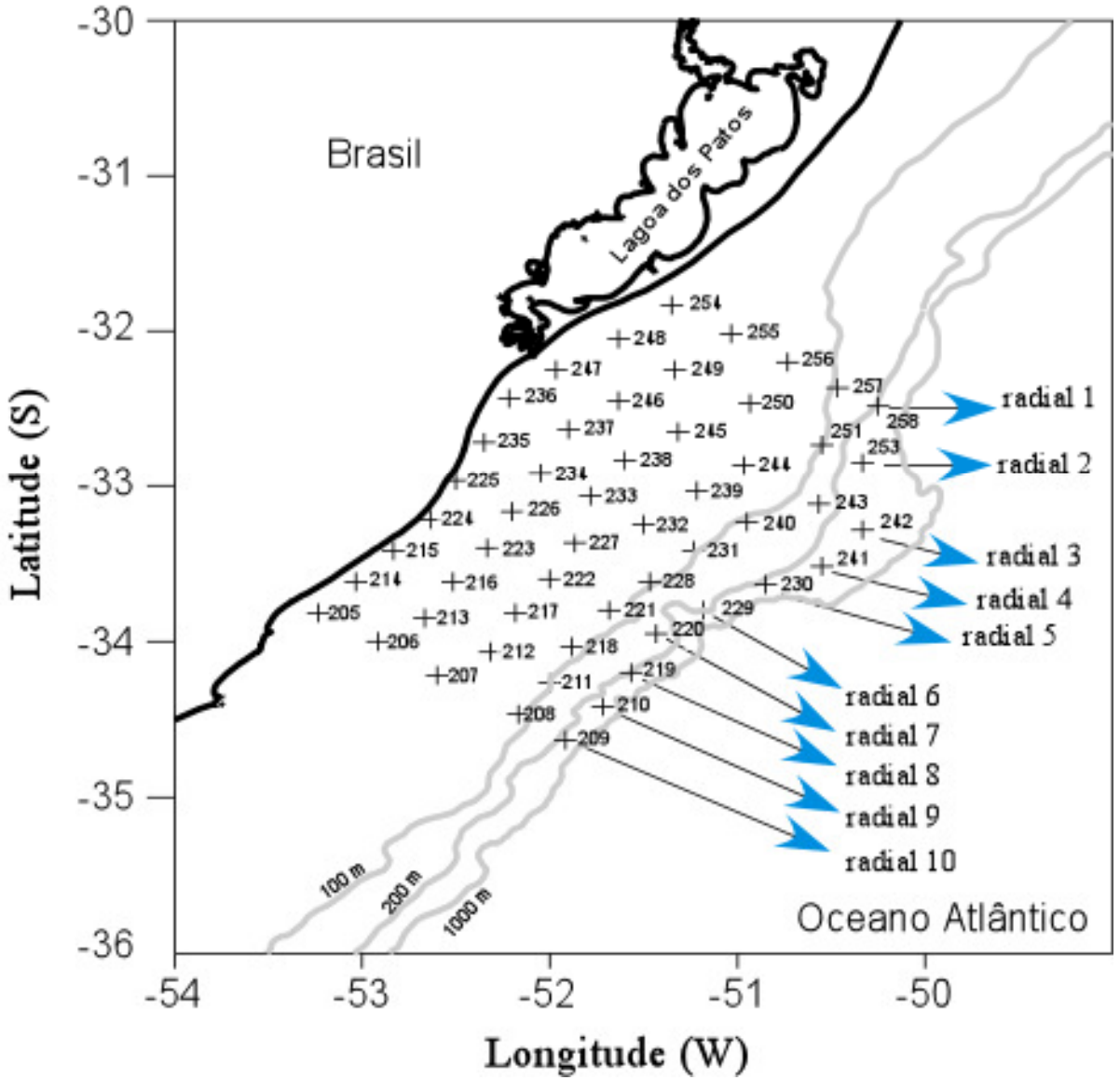
**compreendeu a porção sul da plataforma continental do RS e talude, entre o Farol da Conceição (RS) e o Chuí (34º40'S e 31º40'S)**

## No total foram realizados 4 cruzeiros oceanográficos:

- **outubro de 1987 (primavera, Ecopel I)**
- **setembro de 1988 (inverno, Ecopel II)**
- **fevereiro de 1990 (verão, Ecopel III)**
- **junho/julho de 1991 (outono, Ecopel IV)**

**Totalizando 53 estações de coleta, numa série de 10 perfis perpendiculares à costa, entre as isóbatas de 15 e 500 m.**

- ✓ **A Distância entre as estações foi de aproximadamente 20 milhas náuticas**
- ✓ **A distância entre os perfis foi de 15 milhas náuticas**



# Navio Atlântico Sul (FURG)

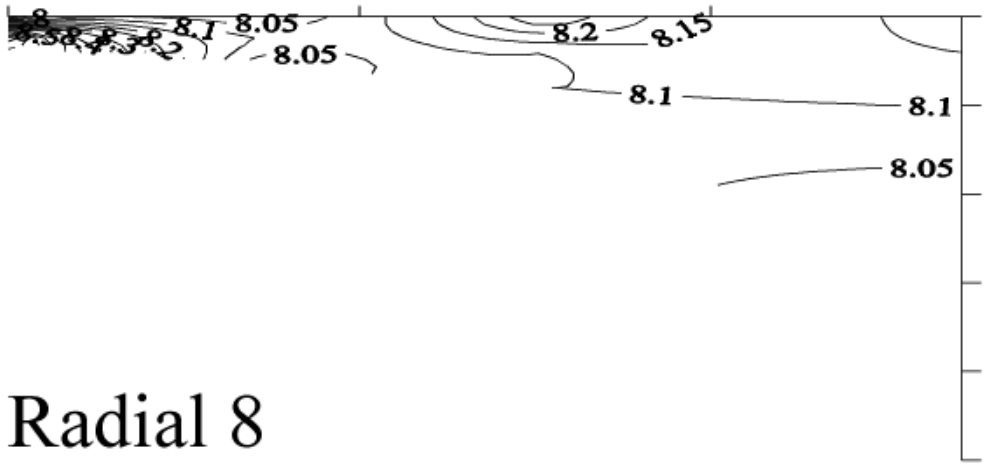


# Primavera: (↑ pH) costa e porção sul

↑ pH

influência da ASA (sul) + fotossintese (alta nesta época)

Apesar das ↑ aportes continentais, nesta estação, as taxas de fotossíntese foram bem elevadas




**Verão:** menores valores




⇩ pH

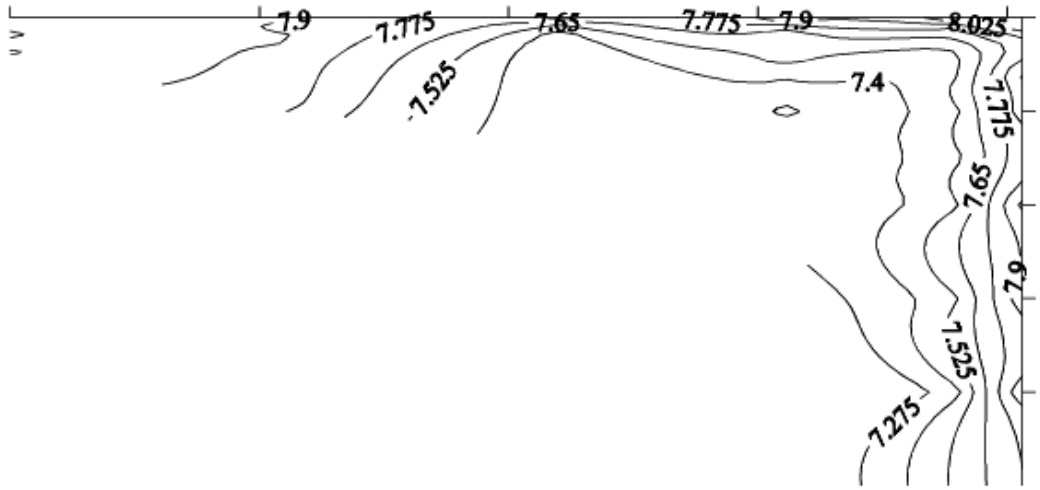
AST - Camadas prof. (oxid.mat.org)

**<u>Outono</u>:**

**pH mais elevado nas camadas mais profundas!**

**Distribuição homogenea na sup.**

**Elevado gradiente ao longo da prof.**

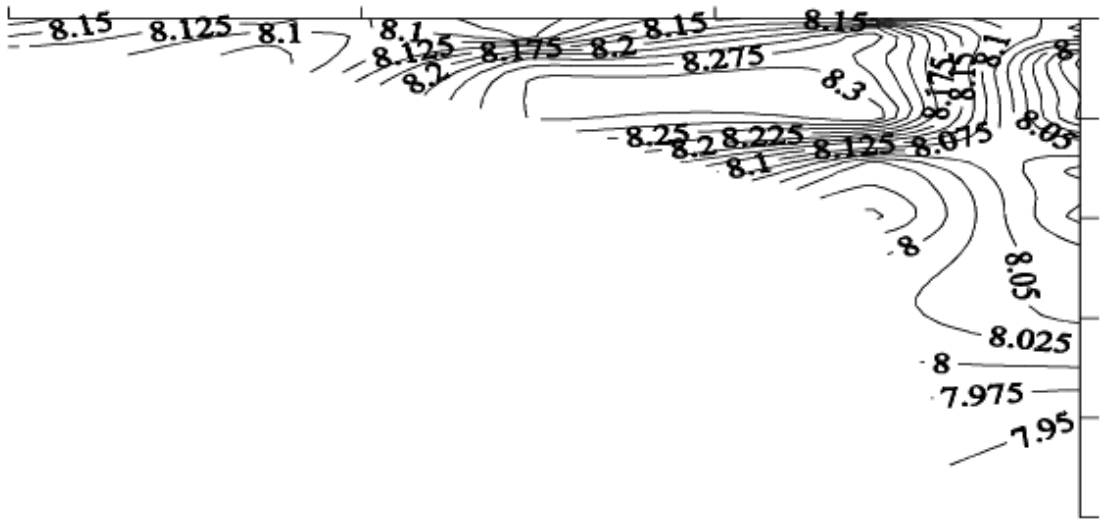



**Inverno:**

**Maiores dados de pH, na sup.**

**Radial 10 Gama (2000) AST ou ASA ?**

**↑ MS ↓pH = AC + AST (água de mistura)**



## Material em suspensão

**Responde: aporte continental e ressuspensão de material do fundo (Fillmann, 1990; Sales Dias, 1994)**



**Inverno**

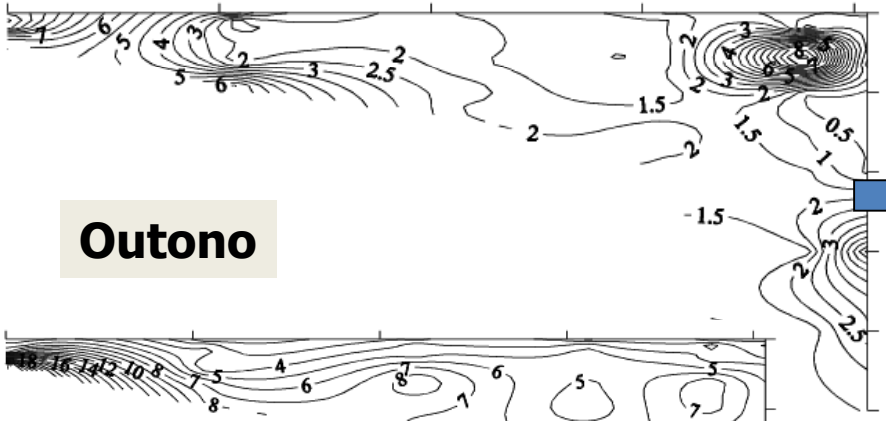
**Maiores concentrações**

**Aporte cont. (área costeira)**

Núcleo MS radial 10

**Água de mistura**

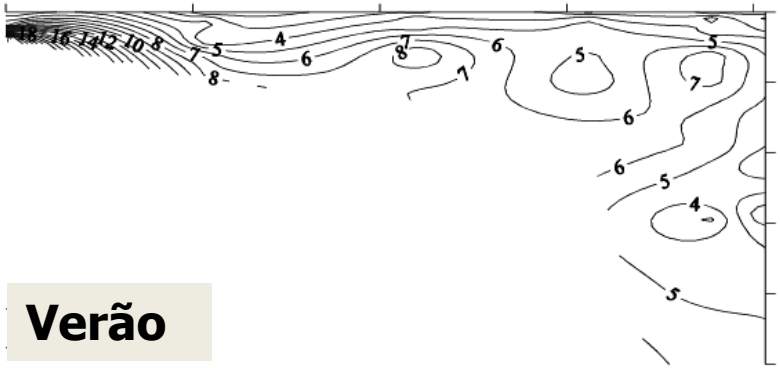
**AC + AST**



**Outono**

**Baixas concentrações, apesar ↑ pluv.**

**Núcleo de alta concentração**
**Frente de quebra de plataforma (AC e AT)**



**Verão**

**Reflete influência do aporte continental,**
**Menor concentração em áreas oceanicas**

## Oxigênio dissolvido e % de saturação de oxigênio

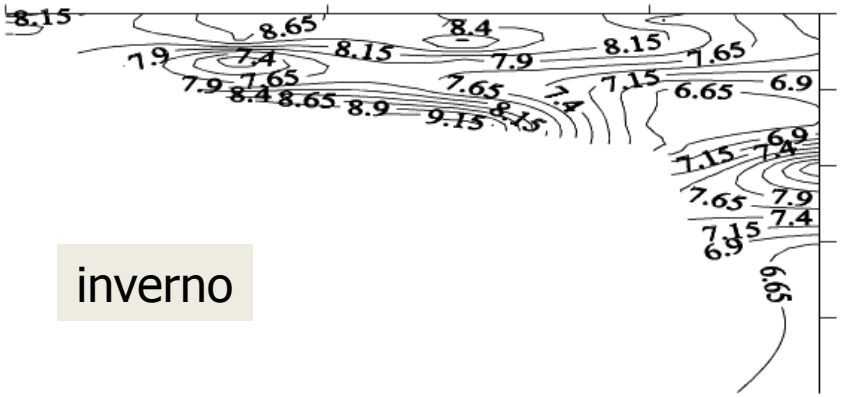
As camadas superficiais encontram-se supersaturadas

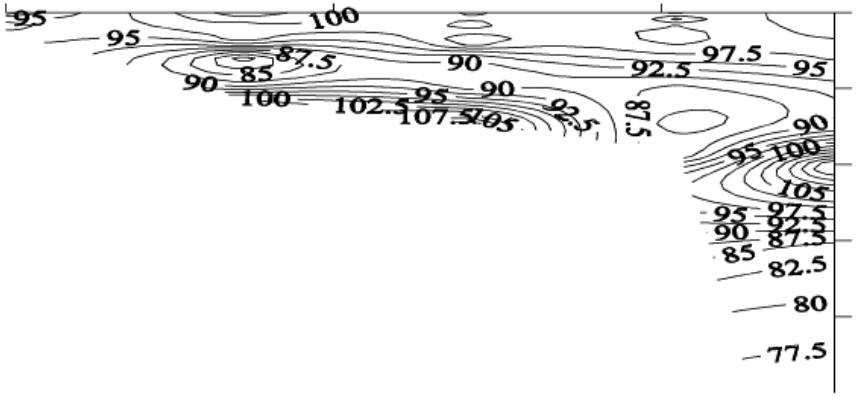
Forte influência da Temperatura

# Inverno:

**Maiores concentrações e %OD**

- **ASA**
- **baixas temperatura**
- **trocas oceano-atm (ventos)**



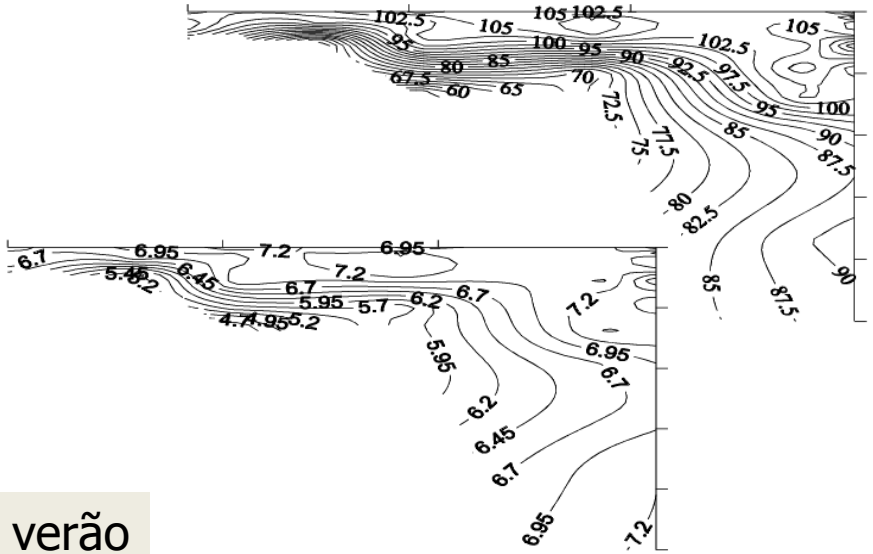




inverno

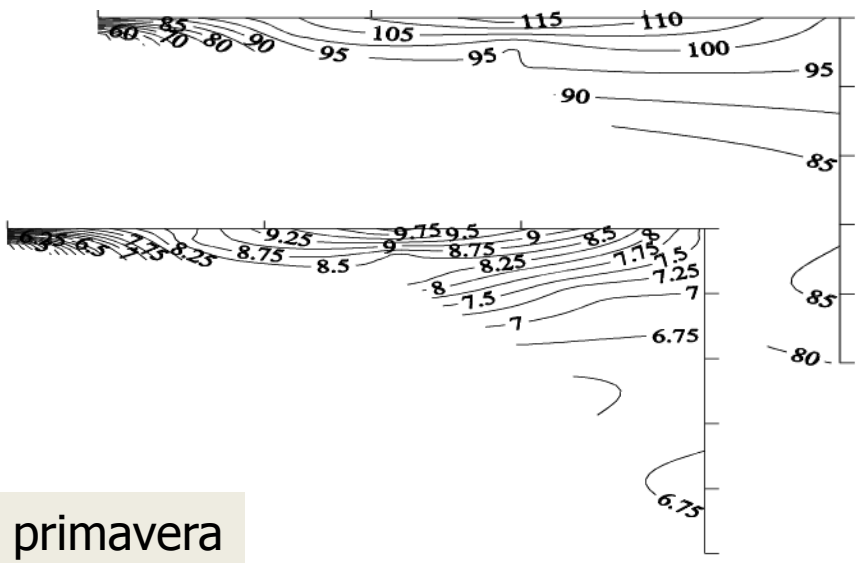
# Primavera

## [ OD ] / % sat > primavera do que no verão

Hipótese do Metabolismo Heterotrófico na primavera (cadeia trófica baseada em detritos, MOD e MOP)



verão



primavera

# Nitrogênio Inorgânico dissolvido (NID)

**A forma predominante foi o nitrato, apresentando as menores concentrações na primavera**

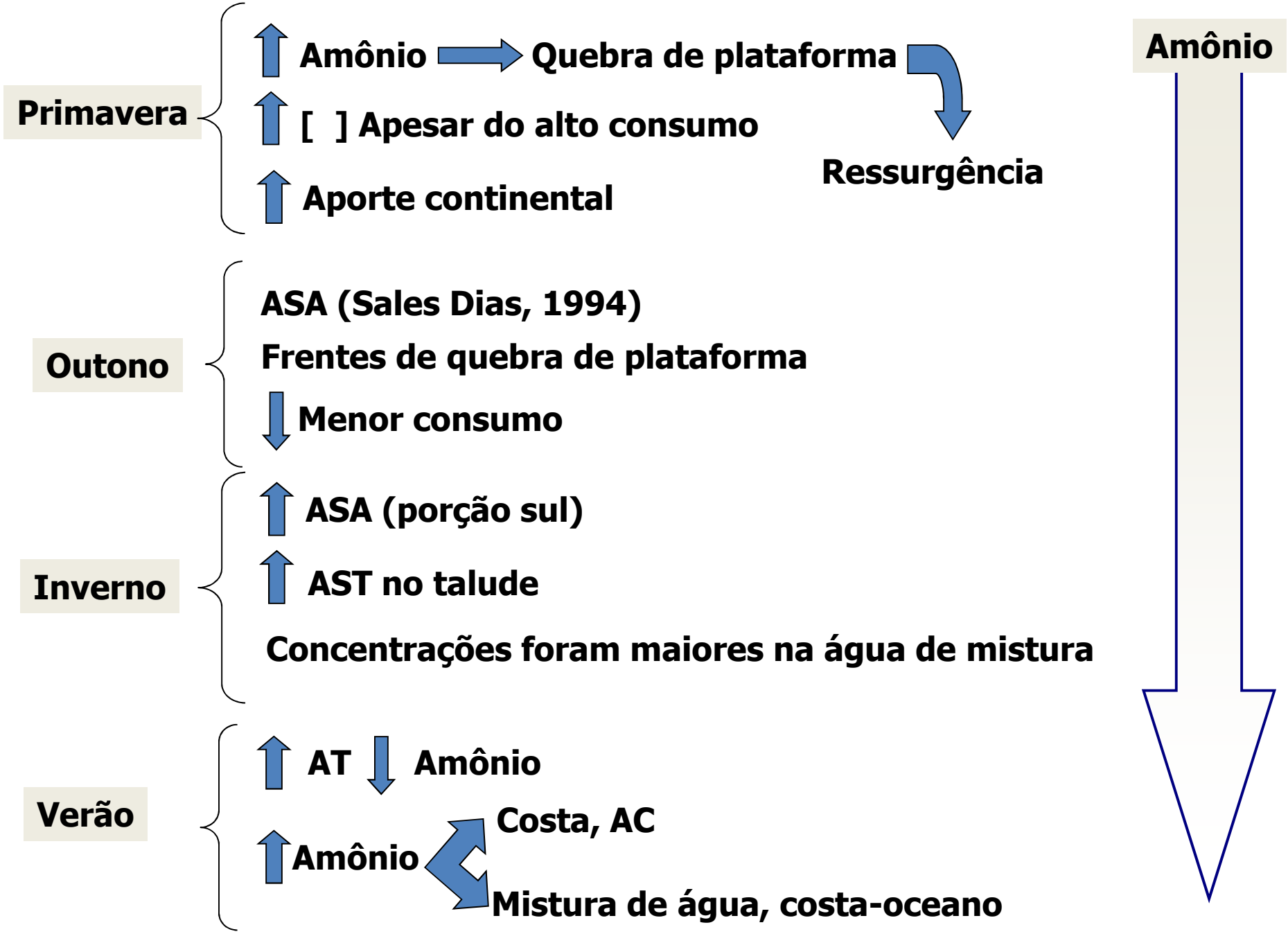
**O amônio só foi mais elevado na primavera**

**(↑ produção velha ↑ metabolismo heterotrófico)**

**Evidência de aporte continental fortemente indicado pelas altas**
**Concentrações, nas áreas próximas à costa**



**Aumento dos aportes antrópicos, em função do aumento de lançamentos de efluentes domésticos, industriais, portuários, enfim, associados ao drástico crescimento populacional que as regiões costeiras estão sofrendo (Kennish, 1997; Cruzado *et al.*, 2002)**


Primavera
Amônio
Quebra de plataforma
[ ] Apesar do alto consumo
Ressurgência
Aporte continental
Outono
ASA (Sales Dias, 1994)
Frentes de quebra de plataforma
Menor consumo
Inverno
ASA (porção sul)
AST no talude
Concentrações foram maiores na água de mistura
Verão
AT
Amônio
Amônio
Costa, AC
Mistura de água, costa-oceano
Amônio

# NITRATO

⬆COSTA

- (APORTE CONTINENTAL)

⬆REGIÕES MAIS PROFUNDA

- Sul (ASA, plataforma)
- Norte (**AST**, abaixo da quebra da plataforma)

↑ [ $NO_3^-$ na AST ] : baixa assimilação, Oxid. Mat. Org. e trocas interf. Sedim.-coluna d´água (Fillmann, 1990; Sales Dias, 1994)

Altas taxas de nitrificação abaixo da zona fótica

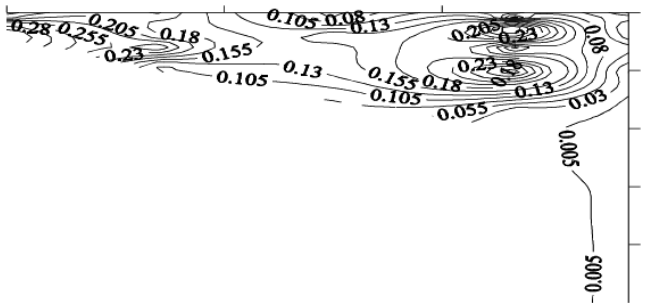
Baixa luminosidade, baixa competição (Ward, 2000)

Produção Nova na AST (↓ $NH_4^+$ e ↓% OD)

**Outono**

**AC + ASA**

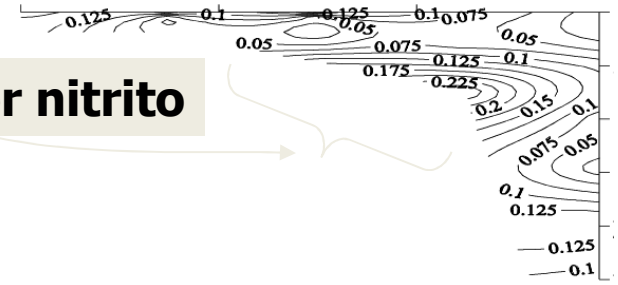
**Maior descarga**
**Rio da Prata**



**Inverno**

**ASA**

**Maior nitrito**



**Primavera**

**norte**

**sul**

**AT**

**AC mais influência,**
**AST menor influência**



**Costa**

**Próximo a Lagoa dos Patos**

**Verão**

**Menores valores**

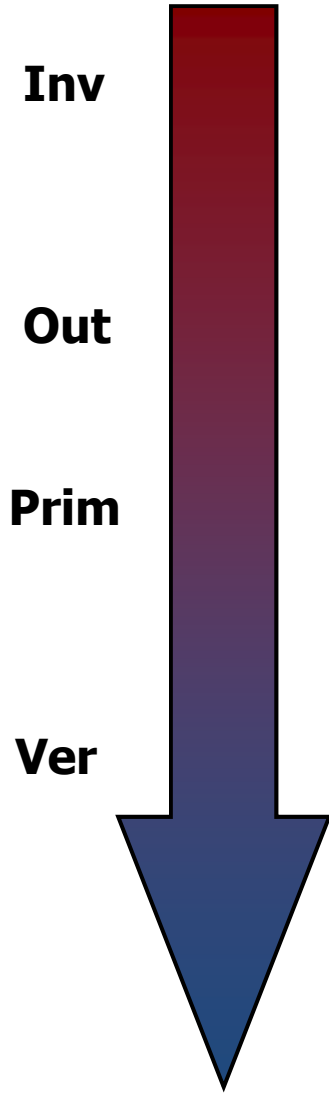
**Menor variação**

**Evidencia a AT (maior presença)**

**Nitrito**

# Fosfato

**Altas concentrações nas zonas próximas à costa e nas águas profundas (Seguindo o mesmo padrão observado com o $NO_3^-$)**




**Relacionado com a AST**

**Trocas interface sedim-col. d´água**

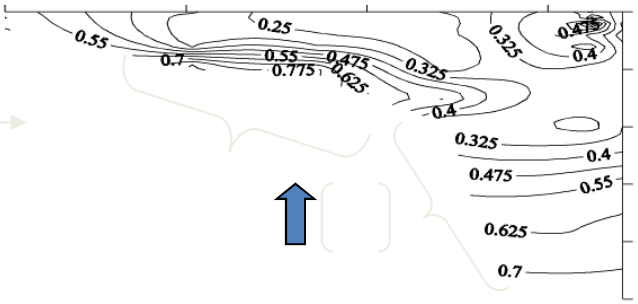
**Processos de desorção ao MS**

**Oxidação da MO**

**Baixa assimilação**

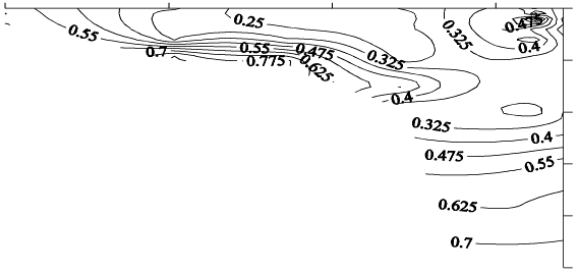
**Primavera e Verão**

**Mesmo comportamento (**BAIXAS CONCENTRAÇÕES**)**
**- menor influência de águas frias (VERÃO)**
**- maior assimilação (PRIMAVERA)**



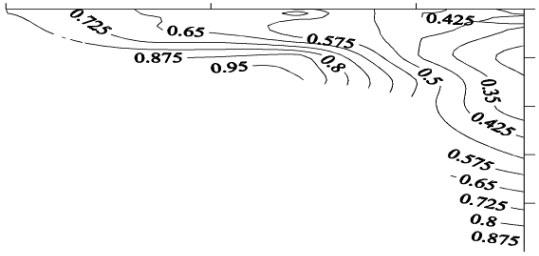

**Outono**

**↑[ ] Próximo a costa**
**↑ nas radiais 1 e 2, em relação a 3**
**Semelhante ao MS (Soares & Möller Jr., 2001)**




**Inverno**

**↑[ ] Próximo a costa**
**↑ [ ] AST**



# Relação N/P

– **Primavera** (Maiores relações próximo a costa)

↑ aportes de N em relação ao P (Zarzur, 2001)

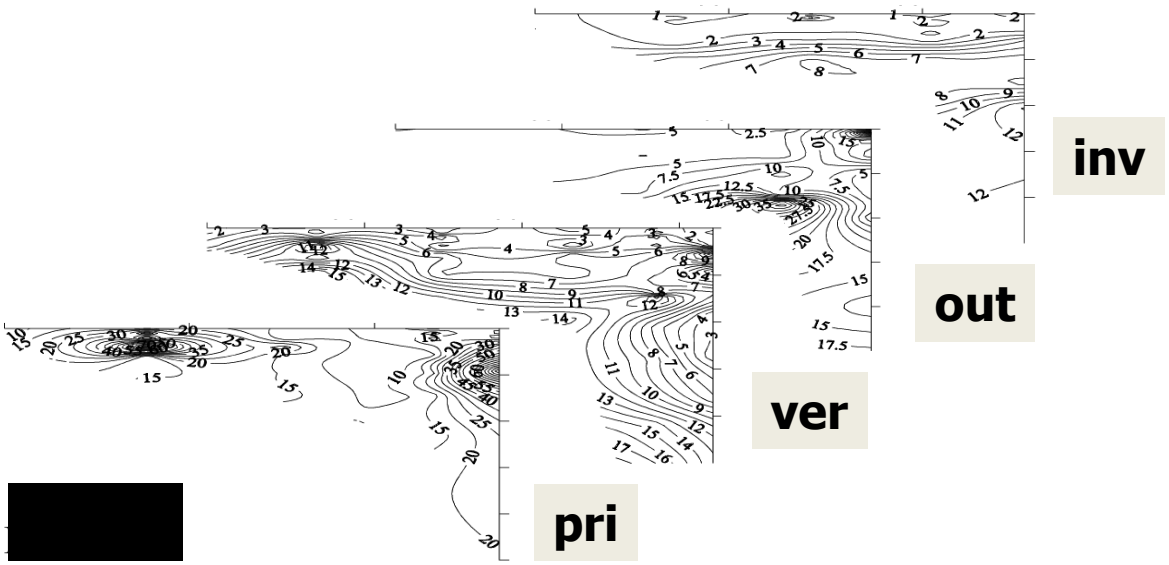
↑ Relações na porção sul (↑ influência do Rio da Prata)

**- Verão** (baixas taxas em relação a Primavera)

AT com baixas [ NID ]

**- Outono** (baixas relações, seguido do Inverno)

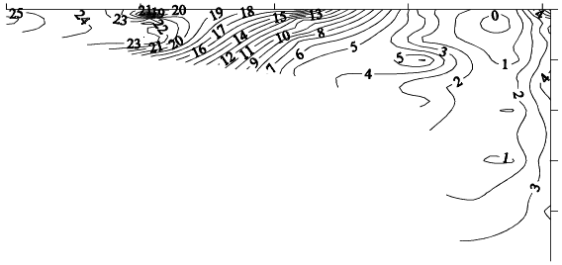
⇨ maior aporte continental ( Maiores relações nas radiais 3 e 10)



**Silicato** mais abundante em água doce (↑ [ ] na AC)

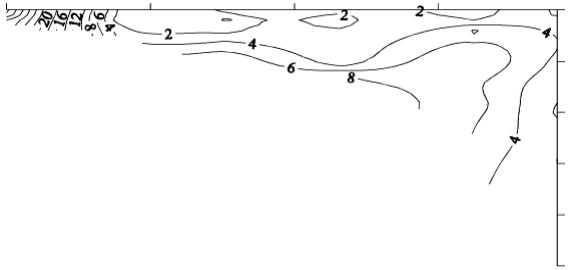
**Outono**

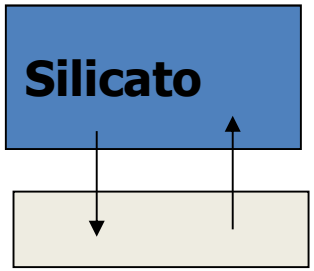
- **Maiores [$SiO_4^{4-}$]**
- **-Baixo consumo**
- **-Maior influência aporte cont.**



**Inverno**

- **Além do aporte cont.**
- **Influência da ASA e AST**






**Out**

**Inv**

**Prim (assimil)**

**Ver (AT)**

**Concentrações maiores no fundo, interface sedimento coluna d´água relacionado ao ciclo biogeoquímico (mais intenso do que em relação aos outros nutrientes)**

# Considerações finais

- ✓ Ao caracterizar uma determinada massa de água, utilizando parâmetros químicos, além da temperatura e da salinidade, se faz necessário à utilização de mais de um parâmetro químico, considerando que um mesmo nutriente pode participar em diferentes processos (assimilação, remineralização, aportes continentais, trocas entre a interface sedimento-coluna d'água e processos microbianos).

✓ Para a plataforma do extremo sul do Brasil, águas com baixo pH e altas concentrações de nitrato e fosfato podem caracterizar a presença da AST.

✓ A AC (Rio da Prata e Lagoa dos Patos) atua como uma importante fonte de nutrientes para a área de estudo.

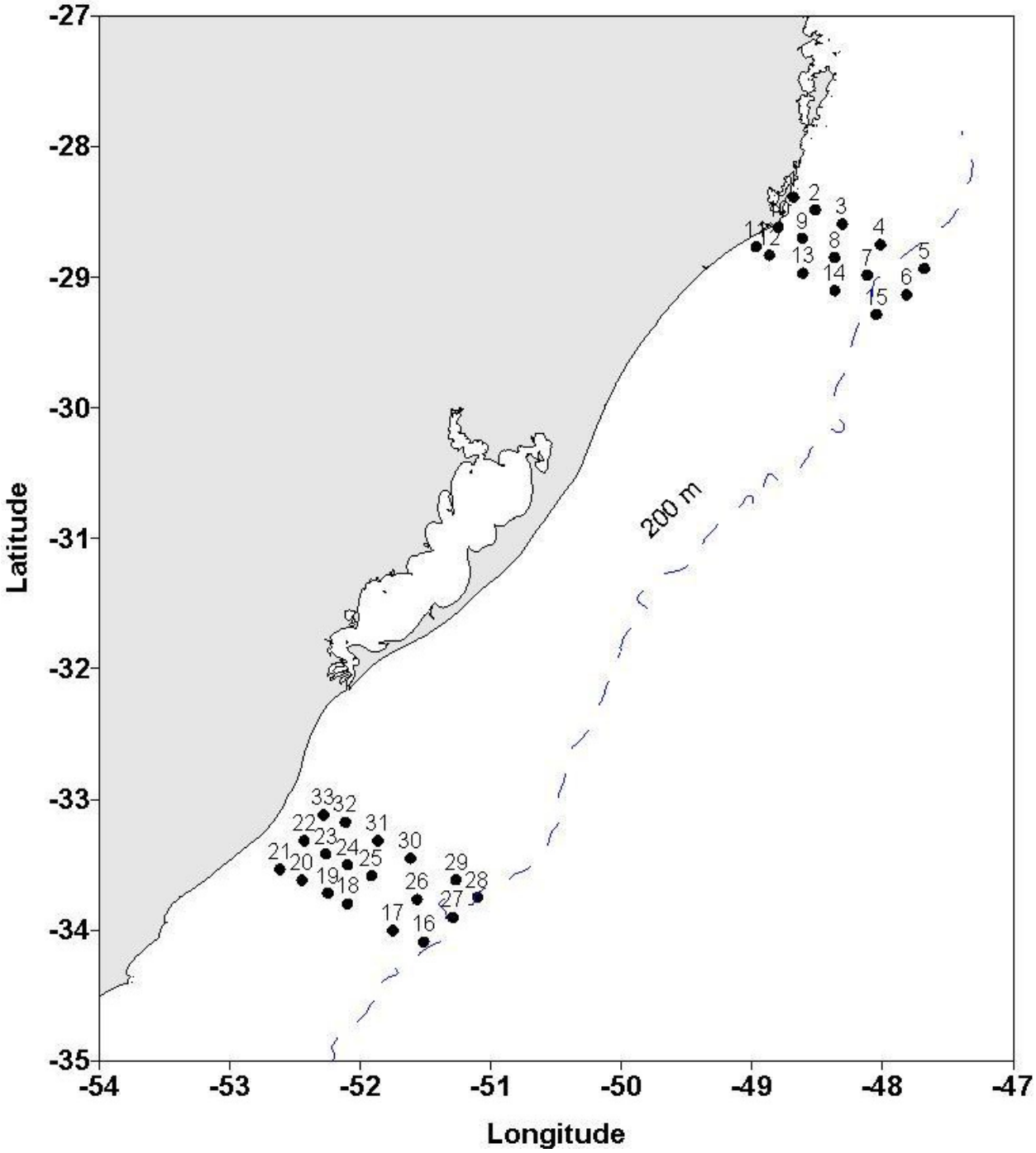
✓ A contribuição da descarga do Rio da Prata, em termos de nutrientes inorgânicos dissolvidos, além de se fazer presente na área de estudo, esta é mais significativa que a da Lagoa dos Patos.

✓ A razão N:P dos aportes da Lagoa dos Patos variam sazonalmente, em função da ação dos diferentes ventos atuantes, através de razões mais elevadas no verão e na primavera (NE), e menores no outono/inverno (SW), corroborando a hipótese da atuação dos ventos de NE e SW na exportação dos NID e do fosfato, respectivamente.

✓ Na área de estudo, as maiores taxas de produção nova deve ocorrer abaixo da zona fótica, que por sua vez apresentou altas concentrações de nitrato.

✓ Que, processos de ressurgência de quebra de plataforma, através da ascenção da AST, favorecem a disponibilidade de nitrato, fosfato e silicato, justificando os elevados estoques pesqueiros citados na presença desta, na área de estudo.

✓ Que, através da relação OD / % OD, associado as baixas $[NH_4^+]$, na primavera, o metabolismo heterotrófico é mais intenso que nas outras estações do ano, devido a maior disponibilidade de substratos para as bactérias heterotróficas.


-27
-28
-29
-30
-31
-32
-33
-34
-35
Latitude
-54
-53
-52
-51
-50
-49
-48
-47
Longitude
200 m
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA
FÍSICA, QUÍMICA E GEOLÓGICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO



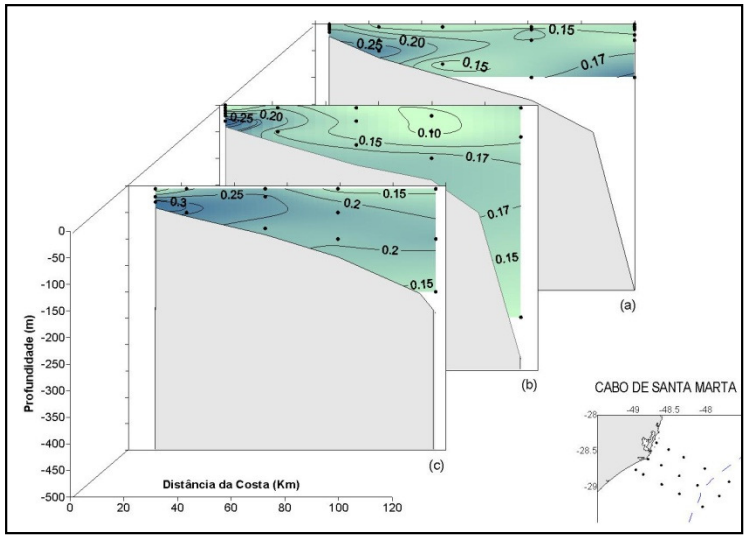
# A OCEANOGRAFIA QUÍMICA E OS PROCESSOS OCEANOGRÁFICOS PRESENTES NA PLATAFORMA CONTINENTAL DAS REGIÕES DE SANTA MARTA (SC) E ALBARDÃO (RS)

Karina Kammer Attisano

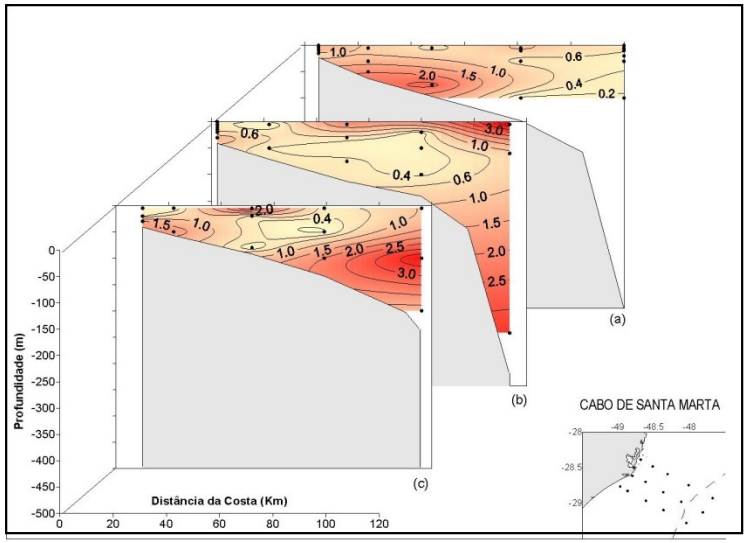
Orientador: Prof. Dr. Luis Felipe Hax Niencheski

Rio Grande - RS
2007

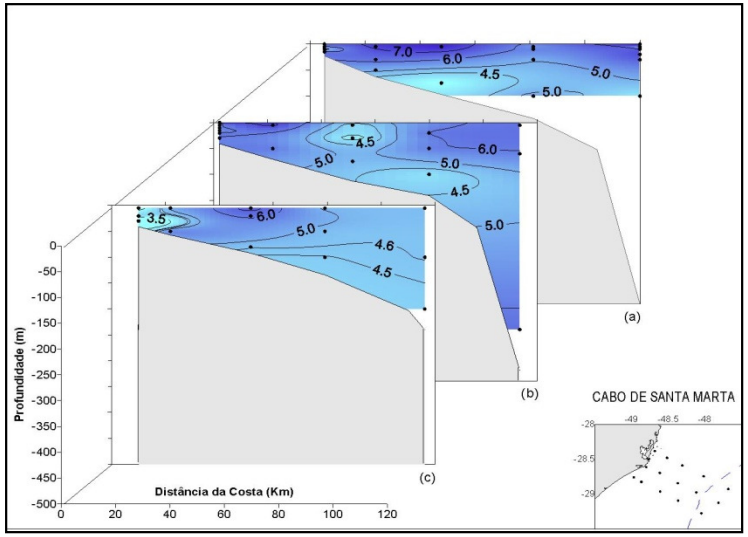
NITRITO




NITRATO

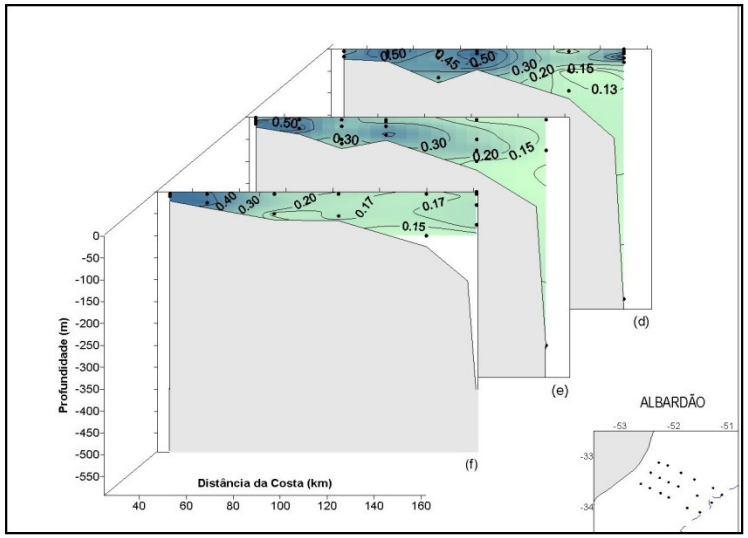



O.D.

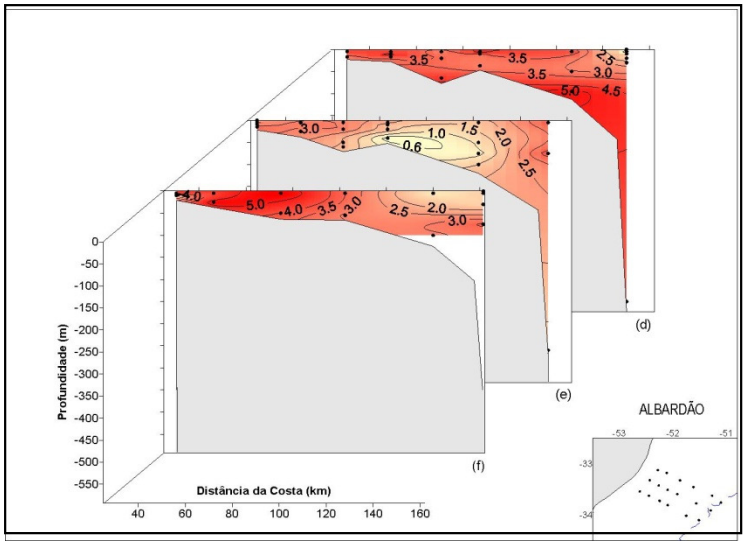



Cabo de Santa Marta - complexo lagunar ao sul de SC

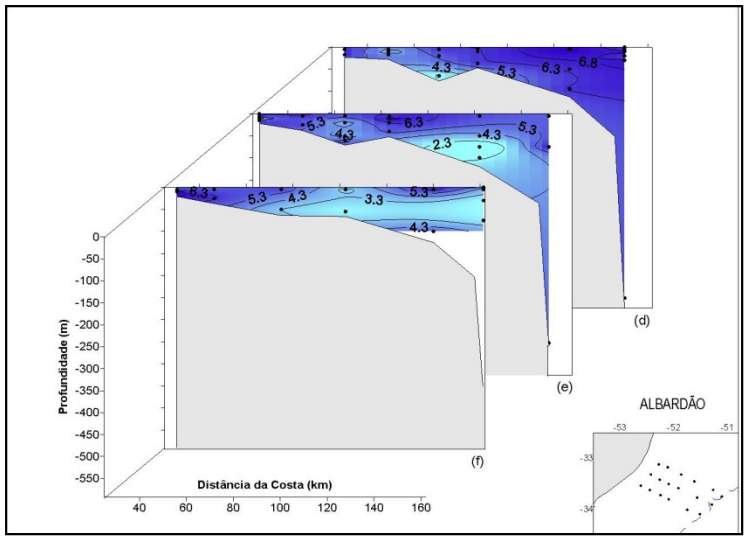
NITRITO




NITRATO

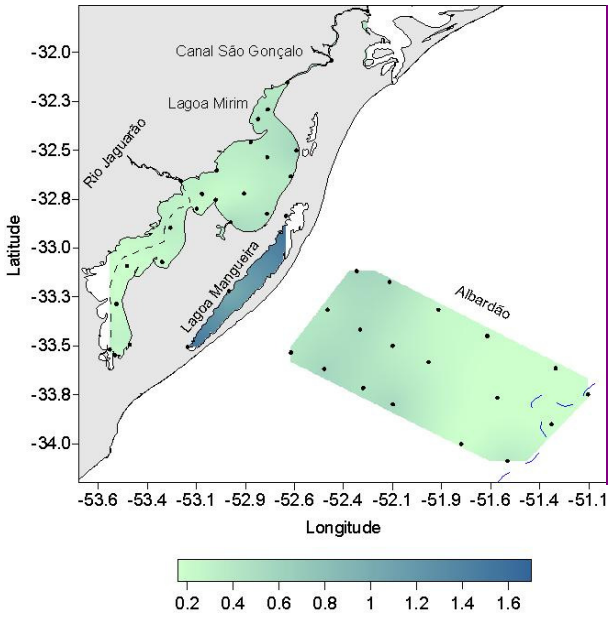



O.D.

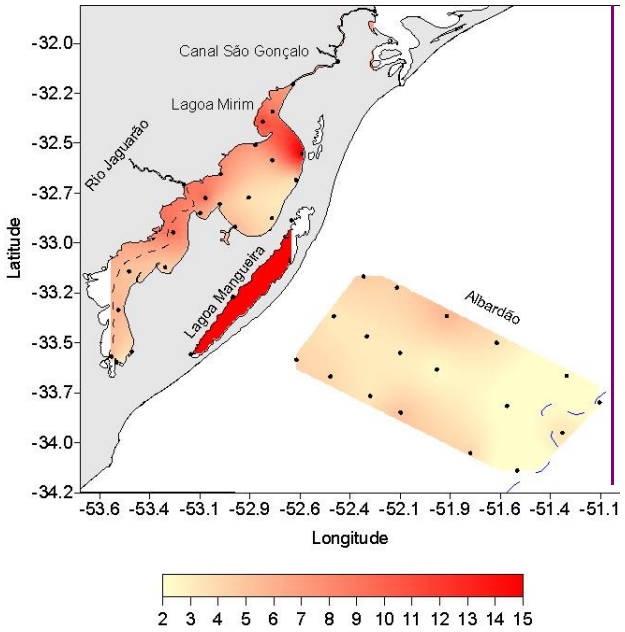



Albardão – ao sul
do RS em frente
da Lagoa Mangueira.

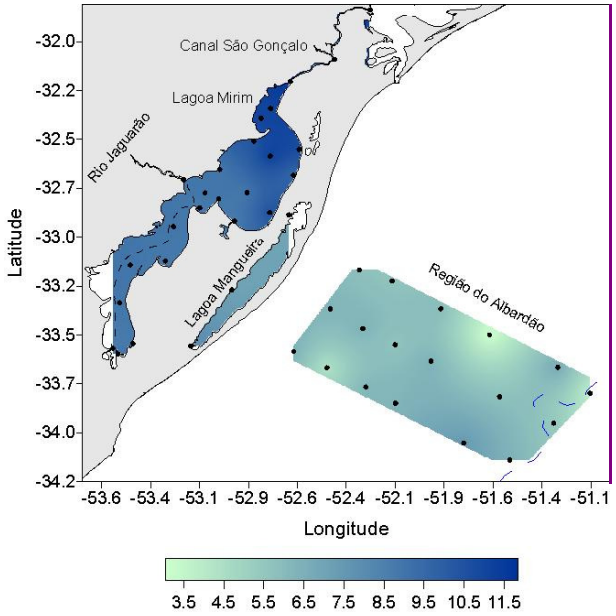
a)




b)




c)




a) Nitrito
b) Nitrato
c) O.D.