



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

---

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**DINÂMICA DOS PARÂMETROS ABIÓTICOS NA ZONA DE  
MISTURA DO ESTUÁRIO DO RIO PARACAUARI, ILHA DO  
MARAJÓ-PA**

---

**Dissertação apresentada por:  
SURY DE MOURA MONTEIRO**

**BELÉM  
2009**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Biblioteca Geól. Rdº Montenegro G. de Montalvão

---

- M775d Monteiro, Sury de Moura  
Dinâmica dos parâmetros abióticos na zona de mistura do estuário do rio Paracauari, ilha do Marajó-Pa / Sury de Moura Monteiro – 2009  
xv, 137 f.: il.  
Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.  
Orientador; Maâmar El-Robrini.
1. Estuário – Rio Paracauari. 2. Nutrientes. 3. Meso e macro-maré. 4. Variação sazonal. 5. Zona de mistura. 6. Marajó, Ilha de (PA). I. Universidade Federal do Pará. II. El-Robrini, Maâmar, Orient. III. Título.
- CDD 20. ed.: 551.4609098115
-



**Universidade Federal do Pará**  
**Instituto de Geociências**  
**Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica**

**DINÂMICA DOS PARÂMETROS ABIÓTICOS NA ZONA DE  
MISTURA DO ESTUÁRIO DO RIO PARACAUARI, ILHA DO  
MARAJÓ-PA**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR**

**SURY DE MOURA MONTEIRO**

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em  
Ciências na Área de GEOLOGIA.

Data de Aprovação: **09/09/2009**

**Comitê de Dissertação:**

---

**DR. MAÂMAR EL-ROBRINI (UFPA)**  
(Orientador)

---

**DR<sup>a</sup> ELISABETE DE SANTIS BRAGA (USP)**  
(Membro)

---

**DR. MARCELO CANCELA LISBOA COHEN (UFPA)**  
(Membro)

Belém

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar a dinâmica sazonal (2008) e longitudinal dos parâmetros abióticos na coluna d'água da Zona de Mistura do estuário do rio Paracauari (Ilha do Marajó-PA). Esse estuário situa-se na porção leste da ilha do Marajó – PA, e é influenciado por um clima tropical úmido, com temperatura média anual de 27°C, pluviosidade média de 2.566 mm/ano e dois períodos sazonais distintos (chuvoso que ocorre de dezembro a maio e menos chuvoso de julho a novembro); e apresenta um regime de meso a macromarés (3 a 5m), semi-diurna. Foram realizadas três campanhas adotando uma malha de 15 estações distribuídas ao longo deste estuário, e uma estação fixa na foz durante meio ciclo de maré. As campanhas foram realizadas nos períodos: chuvoso (março), intermediário (junho) e menos chuvoso (setembro). Realizou-se medições *in situ* dos parâmetros físico-químicos: temperatura, pH, OD, salinidade, CE e TDS utilizando uma sonda multiparâmetro, transparência através do disco de Secchi e coletou-se amostras de água para análise em laboratório de nutrientes através de métodos espectrofotométricos e MPS através do método gravimétrico. Na estação fixa, os resultados analíticos estão em função da variação da maré, em geral, apresentando um comportamento senoidal, com exceção da temperatura da água que se relaciona ao horário da coleta. Tanto no período chuvoso e intermediário, quanto no menos chuvoso, o pH, o OD e o  $\text{PO}_4^{3-}$  apresentaram uma relação direta com a variação da maré, sendo os índices máximos ocorridos durante a maré enchente. A CE, TDS e a salinidade, durante o período chuvoso, apresentaram os máximos na baixamar; já durante o intermediário e menos chuvoso, os máximos ocorreram na maré enchente, em decorrência da penetração das águas marinhas. O  $\text{NO}_3^-$ , o  $\text{NO}_2^-$  e o  $\text{Si(OH)}_4$ , entretanto, apresentaram as concentrações mínimas durante maré enchente nos períodos analisados, visto que as águas marinhas são empobrecidas nesses compostos. O MPS apresentou os máximos durante a maré vazante e os mínimos na enchente durante os períodos chuvoso, intermediário e menos chuvoso, porém a transparência não apresentou relação direta com a variação da maré e sim com o horário da coleta. Os resultados analíticos das amostras coletadas ao longo do estuário do rio Paracauari demonstram que as águas deste estuário não

apresentam amplas variações sazonais nas concentrações dos parâmetros estudados. A temperatura da água mostrou-se constante com média de 28,70°C e variação de 1,5°C nos três períodos, confirmando a homogeneidade térmica dessas águas. O pH foi ácido, com médias de 5,87 e 6,77 durante o período chuvoso e intermediário, respectivamente, e alcalino durante o período menos chuvoso (7,37) refletindo a influência das águas marinhas no estuário. A transparência dessas águas apresentou média de 10 cm durante o período chuvoso em consequência da grande carga de material em suspensão, na ordem de 93,72 mg/L, que produz um aspecto barrento nas águas dessa região; já durante o intermediário e menos chuvoso, a concentração de material em suspensão foi menor, o que ocasionou médias de transparências mais elevadas, em torno de 43 cm. A concentração de OD revelou que as águas estuarinas são mal oxigenadas durante o período chuvoso e intermediário, com teores médios de 3,11 e 4,32 mg/L, respectivamente, e bem oxigenadas durante o menos chuvoso (média de 6,30 mg/L). Todos os nutrientes dissolvidos analisados apresentaram médias mais elevadas durante o período chuvoso, devido ao aporte natural proveniente das áreas adjacentes, sendo a média de:  $\text{NO}_2^-$  de 0,08  $\mu\text{M/L}$ ; de  $\text{NO}_3^-$  de 6,52  $\mu\text{M/L}$ ; de N-amoniaco de 0,46  $\mu\text{M/L}$ ; de  $\text{PO}_4^{3-}$  de 0,89  $\mu\text{M/L}$ ; e de  $\text{Si(OH)}_4$  de 60,14  $\mu\text{M/L}$ . Já no período intermediário e menos chuvoso, há uma redução significativa nesses valores principalmente na foz, onde ocorre maior influência das águas marinhas. A CE, os TDS e a salinidade apresentaram nítida variação sazonal, com valores mínimos respectivos durante o período chuvoso de 256  $\mu\text{S/cm}$ , 125,66 mg/L e 0,12 e máximos no menos chuvoso de 11002  $\mu\text{S/cm}$ , 5505,03 mg/L e 6,18, sendo que nos três períodos, os valores máximos ocorreram na foz, onde há maior influência marinha. As alterações longitudinais nos parâmetros analisados no estuário do rio Paracauari são controladas principalmente pela descarga dos rios, precipitação, vento e maré. O que permite sugerir que este estuário é influenciado por águas continentais durante o período chuvoso e intermediário, e por oceânicas durante o menos chuvoso, sendo que neste último as águas do oceano penetram no estuário cerca de 40 km em relação à foz.

**Palavras chave:** Estuário – Rio Paracauari, Nutrientes, Meso e macro-maré, Variação sazonal, Zona de Mistura, Marajó, Ilha de (PA).

## ABSTRACT

This paper evaluate the seasonal (2008) and longitudinal dynamics of abiotics parameters in water column in the mixing zone of the estuary of Paracauari River (Marajó Island-PA). This estuary is located in the eastern portion of the Marajó island – PA, and it is influenced by a wet tropical climate, with annual average temperature of 27°C, rainfall of 2.566 mm/year with two distinct seasons of rainy (that occurs from December to May and less rainy from July to November); and presents a system from meso to macrotide (3 to 5 m), half-day time. Three campaigns were carried out using a mesh of 15 stations distributed over the estuary, and a fixed station at the mouth of the river during a half of a tidal cycle. The campaigns were carried: rainy (March), intermediate (June) and less rainy (September). Were measured *in situ* physico-chemical parameters, temperature, pH, OD, salinity, CE and TDS using a multiparameter, transparency through Secchi disc and collected water samples for laboratorial analysis of the nutrients through methods spectrophotometer and MPS by the gravimetric method. In the fixed station, the analytical results are due to the variation of the tide, in general, with a sinusoidal behavior, with the exception of water temperature which ranged to the time of gathering. As rainy, intermediary and less rainy period, pH, OD and  $\text{PO}_4^{3-}$  had a direct proportion to the variance of tide, the highest indexes occurred during flood tides. The CE, TDS and salinity, during the rainy period, was maximum during low tide; during the intermediary and less rainy the maximum value occurred in the tide floods, due penetration of marine waters. The  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  and  $\text{Si(OH)}_4$ , however, observed minimum concentrations during flood tide periods analysed, as the marine waters are impoverished these compounds. For MPS maximum values were observed during the ebb tide and the minimum during flood tide in the rainy, intermediate and less rainy periods, but the transparency analysis did not provide a direct proportion to the change of the tide, but with time of gathering. The analytical results of samples collected along the estuary of the river Paracauari showed that the estuarine waters do not have large seasonal variations in the concentrations of the studied parameters. The water temperature has been constant, 28.70°C average with 1.5°C variation in three periods, confirming the homogeneity of the thermal waters. The

pH was acid with averaging 5,87 and 6,77 during the rainy period and intermediary, respectively, and alkaline during the period less rainy (7,37) reflecting the influence of marine waters in the estuary. The transparency of these waters is 10 cm averaging, during the rainy period as a result of the large suspended solids load (order 93,72 mg/l), which produces a dirty aspect in the region; already during the intermediary and less rainy, the concentration of suspended solids was 37,19 and 15,18 mg/l, respectively, causing higher transparencies, around 43 cm. The concentration of OD showed that estuarine waters there is low levels during the rainy and intermediary period, with 3,11 and 4,32 mg/L, average levels, respectively, and high level during rainy season (average 6,30 mg/l). All dissolved nutrients analyzed showed high average levels during the rainy period due to natural dump from adjacent areas, averages values:  $\text{NO}_2^-$  0,08  $\mu\text{M/l}$ ;  $\text{NO}_3^-$  6,52  $\mu\text{M/l}$ ; n-ammoniacal 0,46  $\mu\text{M/l}$ ;  $\text{PO}_4^{3-}$  0,89  $\mu\text{M/l}$ ; and  $\text{Si(OH)}_4$  60,14  $\mu\text{M/l}$ . In the intermediate and less rainy period, there is a significant reduction in these average levels, particularly in the mouth, where there is greater influence of marine waters. The CE, TDS and salinity showed an expressive seasonal variation, with respective minimum values during the rainy period of 256  $\mu\text{S/cm}$ , 125,66 mg/l and 0,12, maximum in less rainy of 11002  $\mu\text{S/cm}$ , 5505,03 and 6,18, and in all of these periods the highest value occurred in the mouth, where there is a marine water influence. Longitudinal changes in parameters analyzed in the Paracauari River estuary are controlled mainly by dump from rivers, precipitation, wind and tide. Which allows you to suggest that this estuary is influenced by continental waters during the rainy and intermediary period, and oceanic during the less rainy, which the ocean waters penetrate in the estuary around 40 km from the mouth.

**Keywords:** Estuary, Paracauari River, Nutrients, meso and macro-tidal, seasonal variation, the mixing zone, Marajó, Island of the (PA).