



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

---

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ASPECTOS GEOQUÍMICOS DE GLEISSOLOS EM  
PÂNTANOS SALINOS DA REGIÃO BRAGANTINA, PARÁ.**

**Dissertação apresentada por:  
PALOMA MARIA PINTO CAMARGO**

---

**BELÉM - PARÁ  
2011**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)  
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

---

C172a Camargo, Paloma Maria Pinto

Aspectos geoquímicos de gleissolos em pântanos salinos da região  
Bragantina, Pará / Paloma Maria Pinto Camargo; Orientador: José  
Augusto Martins Corrêa – 2011

xviii, 78 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Programa  
de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de  
Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

1. Geoquímica – Braganantina, Região (PA). 2. Pântanos salinos. 3.  
Minerais evaporitos. I. Corrêa, José Augusto Martins, *orient.* II.  
Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 22. ed.: 551.9098115

---



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

**GEOQUÍMICA DO GLEISSOLOS DE PÂNTANOS SALINOS EM  
BRAGANÇA, PARÁ**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR**

**PALOMA MARIA PINTO CAMARGO**

**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de  
GEOQUÍMICA E PETROLOGIA**

**Data de Aprovação: 08/06/2011**

**Banca Examinadora:**

**Prof. Dr. JOSÉ AUGUSTO MARTINS CORRÊA**  
(Orientador-UFPA)

**Prof. Dr. JOSÉ FRANCISCO BERRÉDO REIS DA SILVA**  
(Membro-MPEG)

**Prof. Dr. MARCELO CANCELA LISBOA COHEN**  
(Membro-UFPA)

*Aos meus eternos amores  
Maria, Sebastião (in memoriam) e Thiago*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, eu gostaria de agradecer a todas as instituições que contribuíram e viabilizaram em grande parte a realização desta dissertação, agradecendo a (o):

Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG), do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará pela oportunidade de desenvolver a dissertação nesta instituição, pelo auxílio financeiro para realização dos trabalhos de campo e pela estrutura laboratorial oferecida, que permitiram que a quase totalidade das análises fossem realizadas com facilidade e eficiência.

Embrapa Amazônia Oriental, pela utilização de seu Laboratório de Solos para realizar análises essenciais na minha dissertação.

CNPq pela concessão da bolsa de Mestrado que permitiu minha dedicação exclusiva a este trabalho ao longo dos últimos 2 anos.

Não obstante, eu gostaria de mostrar minha gratidão às pessoas que contribuíram para o êxito deste trabalho, como:

O Prof. Dr. José Augusto Martins Corrêa, primeiro pela oportunidade de executar esta dissertação de mestrado no PPGG e por ter desde o início motivado o meu aprendizado, apoiado e sem dúvida, agradeço muito pela paciência demonstrada.

Ao que considero excelente professor, Dr. José Francisco Berrêdo Reis da Silva pela leitura crítica do trabalho e sugestões para torná-lo melhor.

Ao Mc. Sérgio Brazão que não mediu esforços para transformar em êxito minhas missões quase impossíveis.

Aos professores Drs. Paulo Sérgio de Souza Gorayeb e Marcondes Lima da Costa por terem possibilitado que eu usasse equipamentos que auxiliaram e facilitaram a obtenção de resultados para a minha dissertação.

Ao químico Orivan (EMBRAPA) pela oportunidade, Kennedy pela mão de obra incansável e Mc. Natalino Valente pelo auxílio e ensinamentos.

Aos técnicos que me auxiliaram, como o Francisco (EMBRAPA) e Lopes (CPGG).

A todas as pessoas que eu tive a satisfação de conhecer nesses últimos dois anos na UFPA e que contribuíram de alguma forma para o êxito deste trabalho.

Por fim, eu gostaria de agradecer a Deus, pelos pais que me deu, pelo amor e educação que tive e por ter me dado a graça de ter conhecido o meu marido, minha fonte constante de apoio e inspiração.

“A mente que se abre a uma nova idéia  
jamais voltará ao seu tamanho original”

(Albert Einstein)

## RESUMO

O conhecimento sobre a natureza dos processos deposicionais atuantes nas planícies de maré, em que os pântanos salinos estão incluídos, são de grande importância para entender o ecossistema costeiro tropical. A presença de minerais evaporitos, como nos sabkhas, é observada no pântano salino de Bragança durante o período de estiagem. Halita é depositada sobre a superfície do solo e gipso e pirita precipitados no subsolo através de ação capilar de salmouras trazidas do lençol freático. Os processos pedogenéticos no pântano salino são dominados por reações químicas de hidromorfismo, halomorfismo e sulfato redução. O objetivo deste estudo é caracterizar o solo do pântano salino de Bragança através das características texturais, mineralógicas e composição geoquímica dos sedimentos. A amostragem foi realizada em dois transectos localizados em ambos os lados da rodovia PA-458. Cada transecto tem 3 perfis com 1 metro de profundidade. As amostras foram coletadas com um trado holandês indicado para profundidades rasas (20 cm). A granulometria dos sedimentos foi obtida com um granulômetro a laser e a composição mineralógica foi realizada por técnicas de difração de raios-X. Os grãos de areia foram observados em microscópio petrográfico com captura de imagem digital. Os minerais neoformados e a fração argila+silte foram descritas usando um microscópio eletrônico de varredura (MEV). No solo também foram estudados o pH, condutividade elétrica, salinidade, teor de matéria orgânica, elementos maiores, menores e traço usando métodos químicos clássicos, espectrometria por fluorescência de raios X e de absorção atômica. O gleissolo presente no pântano salino mostrou textura siltico-argilosa, ser maciço, ligeiramente pegajoso a pegajoso, muito plástico a ligeiramente plástico e friável a firme. A mineralogia foi composta de quartzo, caulinita, esmectita, illita, pirita, jarosita, polihalita e halita. Os valores de pH variaram de acidez alta para ácido e o menor valor encontrado foi na profundidade de 70-90 cm (pH = 3,85), P4 perfil. Alguns perfis apresentavam mosqueados amarelos a laranjas na Zona 2, onde o pH é ácido e que corresponde à oxidação da pirita. Baseado na composição do complexo de adsorção, os perfis de solo estudados apresentaram alta CTC, devido à grande quantidade de matéria orgânica e minerais de argila. A predominância de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , seguido por  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  atribuem ao solo o caráter eutrófico. Apenas o perfil P4, transecto B, mostrou caráter distrófico. Todos os perfis mostraram alta concentração de sódio, caracterizando o solo do pântano salino como "Solonchak" e, portanto, pode ser classificado como Gleissolo Sílico Sódico. O solo do pântano salino contém altos valores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , que refletem

os seus minerais principais. Ilita, esmectita, polihalita halita e pirita refletem o ambiente de sedimentação do pântano salino, que ocorre sob a influência da água do mar que contribui com  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ . A presença de jarosita indica a oxidação dos sulfetos. A elevada quantidade de  $\text{Na}_2\text{O}$  reflete as altas taxas de evaporação a que o ambiente do pântano está submetido, que favorece a neoformação de halita em diferentes profundidades ao longo dos perfis. Os resultados e as observações de campo sugerem que essas novas fases minerais são essencialmente o resultado da alta taxa de evaporação, transformação de matéria orgânica e de fases minerais primárias.

**Palavras-chave:** Geoquímica – Bragantina, Região (PA). Pântanos salinos. Minerais evaporitos.



## ABSTRACT

The knowledge about the nature of depositional processes in the tidal flats, where the salt marsh are included, is very important to understand the tropical coastal ecosystem. Evaporitic minerals, like in Sabkhas, are observed in Bragança salt marsh during the dry season. Halite is deposited on the surface of the soil and gypsum and pyrite precipitate in the subsurface via capillary action out of brines brought up from the water table. The pedogenic processes in the salt marsh where dominate by chemical reactions like halomorphism, hydromorphism, sulfate reducing. The aim of this study is characterize the soil of Bragança salt marsh using the textural characteristics, mineralogical and geochemical composition of sediments. The sampling was performed in two transects located in both sides of the PA-458. Each transects have 3 profiles that arise 1 meter depth. The samples were collected by a dutch auger for augering shallow depths (20 cm). The granulometry of sediments was obtained with a laser granulometer and the mineralogical composition was performed by X-ray diffraction techniques. The sand grains were observed using a petrographic microscope with digital image capture. The neoformed minerals and silt+clay grains size were described using a scanning electron microscopy (SEM). In the soil were also studied the pH, electric conductivity, salinity, organic matter content, major, minor and trace elements using classical chemical methods, X-ray fluorescence and atomic absorption spectrometry. Gleysol present in salt marsh show silty-clayey grain size, massive texture, slightly sticky to sticky, very plastic to slightly plastic and friable to compact. Mineralogical it was composed of quartz, kaolinite, illite, smectite, pyrite, jarosite, polyhalite and halite. The pH values ranged from high acidity to acid and the lowest value was found in the depth of 70-90 cm (pH = 3.85), profile P4. Some profiles shown in the Zone 2, where pH is much acid, yellow to orange mottles which corresponds to pyrite oxidation. Based on composition of the adsorption complex of studied soil profiles, the profiles showed high CEC due to the large amount of organic matter and clay minerals. The dominance of  $\text{Na}^+$  and  $\text{Mg}^{2+}$ , followed by  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{K}^+$  assigning to soil eutrophic character. Only the profile P4, B transect, showed dystrophic character. All profiles shown high sodium concentration, characterizing the salt marsh soil as "Solonchak" and therefore may be classified as Salic Sodic Gleysol. The salt marsh soil contains high values of  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , which reflect its major minerals. Illite, smectite, polyhalite, halite and pyrite are characteristics of salt marsh environment, where the sedimentation occur under the influence of sea water which contributes to  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , and  $\text{Mg}^{2+}$ . The presence of jarosite

indicates the oxidation of sulfides. The high amount of  $\text{Na}_2\text{O}$  reflect the strong evaporation rates under which the salt marsh environment is submitted, and support the neoformation of halite at different depths along a profile. The results and the field observations suggests that the new mineral phases are essentially the result of high evaporation rate, organic matter content, primary mineral phases.

**Key words:** Geochemistry - Bragantina, Region (PA). Salt marsh. Evaporite minerals.