



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE GEOLOGIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

**FOSFORITOS DA FORMAÇÃO PLAENERS, GRUPO
GUADALUPE, SOGAMOSO - BOYACÁ, COLÔMBIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por:

LUCAS MANAÇAS CAMPOS

Orientador: Prof. Dr. Joelson Lima Soares (IG/UFPA)

BELÉM - PARÁ

2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

C198f Campos, Lucas Manaças.
Fosforitos da Formação Plaeners, Grupo Guadalupe, Sogamoso
- Boyacá, Colômbia / Lucas Manaças Campos. — 2022.
vii, 7 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Jolson Lima Soares
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia,
Belém, 2022.

1. Fosforitos. 2. Petrografia. 3. Formação Plaeners. I.
Título.

CDD 552.06



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE GEOLOGIA**

**FOSFORITOS DA FORMAÇÃO PLAENERS, GRUPO
GUADALUPE, SOGAMOSO - BOYACÁ, COLÔMBIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por:

LUCAS MANAÇAS CAMPOS

Como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Geologia.

Data da Aprovação: 22/12/2022

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Joelson Lima Soares
(Orientador – UFPA)

Prof. Dr. Ailton da Silva Brito
(Membro – UFES)

Prof. Dr. Pedro Augusto Santos da Silva
(Membro – UFPA)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de Geociências (IG), Grupo de Sedimentologia da Amazônia (GSED) e todo o corpo técnico que tornou possível a execução do curso e deu condições a execução de todas as suas atividades durante esses anos.

Aos meus pais, Silvia e Alexandre e minha avó Ruth que sempre me deram todo o suporte, apoio emocional, financeiro, e conselhos, sem os quais eu não seria nada do que sou hoje.

Ao meu amor, Iolanda que o tempo todo buscou e busca me motivar, apoiar, ajudar e ensinar seja na vida acadêmica, seja na pessoal e com quem eu posso sempre contar.

Aos meus familiares que tiveram contribuição direta ou indireta no meu desenvolvimento.

Ao meu orientador, Joelson que sempre me deu suporte, conselhos e oportunidades que muito contribuíram para que eu chegasse até esse momento.

Aos meus amigos Wivian e Carlos e todos os demais colegas de curso das turmas de Geologia de 2016 e 2017 que conviveram comigo em tantos momentos, viagens de campo, provas e defesas ao longo dos anos.

Ao colega Sebastian que muito me ajudou durante a execução dessa pesquisa e o Eng. Geológico Sergio Cardenas e a Monica Perez pelo apoio no trabalho de campo.

À Gisele que me deu apoio e me ajudou na obtenção das fotomicrografias no Laboratório de Microanálises da UFPA.

À professora Andreia que sempre me ajudou durante a graduação e me proporcionou a primeira oportunidade de atuar em laboratório.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a minha formação.

RESUMO

O Grupo Guadalupe corresponde a uma sequência siliciclástica depositada em ambiente marinho a transicional. Localmente, em Boyacá (Colômbia), há afloramentos da Formação Plaeners (Campaniano Superior ao Maastrichtiano Inferior), associados a litofácies de pelitos, arenitos, *cherts* e fosforitos. Seis amostras foram coletadas dessa unidade na cidade de Sogamoso (Boyacá). O arcabouço dessas rochas é composto principalmente de pellets fosfáticos, bioclastos e quartzo, indicando atividade biológica, e cimentado principalmente por fluorapatita e calcita. Portanto, essas rochas podem ser classificadas como biofosfalutitos, biofosfoarenitos e pelfosfoarenitos, que indica deposição marinha em áreas de ressurgência com presença de águas com alto conteúdo de fósforo e nitrogênio.

Palavras-chave: fosforitos; petrografia; Formação Plaeners.

ABSTRACT

The Guadalupe Group corresponds to a siliciclastic sequence deposited in marine and transitional environments. Locally, in Boyacá (Colombia) there are outcrops of the Plaeners Formation (Upper Campanian to the lower Maastrichtian), associated with lithofacies of mudstones, sandstones, cherts and phosphorites. Six samples were collected from this unit in Sogamoso city-Boyacá. The framework of these rocks is composed mainly of phosphatic pellets, bioclasts and quartz, indicating biological activity, and cemented mainly by fluorapatite and calcite. Thus, these rocks can be classified as biophosphatites, biophosphoarenites and pelphosphoarenites, which indicate marine deposition in areas of resurgence with presence of waters with high phosphorus and nitrogen content.

Keywords: phosphorites; petrography; Plaeners Formation.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA	2
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	3
4. CONCLUSÕES	6
REFERÊNCIAS	7

1. INTRODUÇÃO

O processo de formação da Bacia Cordilheira Oriental se iniciou na Era Mesozoica quando esforços extensionais originaram diversos espaços de acomodação de sedimentos, desde onde está localizada a Bacia *Valle Medio del Magdalena* (VMM) até o local das Bacias *Cordilheira Oriental* e *Llanos* (Lozano & Zamora 2014). Assim, o Grupo Guadalupe no qual está inserida a Formação Plaeners, objetivo deste estudo, foi depositado principalmente em uma sequência de tipo *back-arc* até que a deformação do Cretáceo Superior – Paleoceno Inferior gerou mudanças significativas nos ambientes de deposição, passando de um ambiente marinho raso a um ambiente continental em uma bacia incipiente de tipo *foreland* (Van der Hammen 1961, Cooper *et al.* 1995).

A Formação Plaeners, estudada por Perez & Salazar (1978) e Föllmi *et al.* (1992), na savana de Bogotá, foi datada do Campaniano Superior ao Maastrichtiano Inferior, de acordo com a análise bioestratigráfica de foraminíferos. Esta unidade está sobreposta concordantemente à Formação Arenisca Dura e sotoposta à Formação Arenisca de Labor. É constituída principalmente por pelitos, arenitos quartzosos, níveis de *chert* e fosforitos (rochas sedimentares com um conteúdo de fósforo superior a 18%) (Ulloa *et al.* 1973, Lof 1982). Na área de Sogamoso são definidos níveis de arenitos fosfáticos e/ou fosforitos arenosos para esta unidade, com espessuras variáveis entre 0,50 m e 2 m, porém estas rochas ainda não foram estudadas detalhadamente e não se tem uma descrição petrográfica que permita identificar os constituintes minerais bem como sua gênese. Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar os componentes principais do arcabouço, matriz e cimento para sua posterior classificação em fácies e discutir a gênese das camadas de fosforito.

2. METODOLOGIA

Foram coletadas seis amostras da Formação Plaeners em afloramentos próximos da cidade de Sogamoso, Boyacá, Colômbia, na vereda *La Ceibita* (Figura 1). A descrição de fácies foi feita de acordo a metodologia de Walker & James (1992), e as amostras foram preparadas no laboratório de laminação da Universidade Federal do Pará (UFPA), analisadas no laboratório de petrografia sedimentar da UFPA usando microscópio modelo Leica DM 2700P com câmera acoplada Leica MC170 HD, e classificadas de acordo com a proposta de classificação de Fosforitos extraída da Tabela Elsevier's de Minerais e Rochas (Lof 1982).

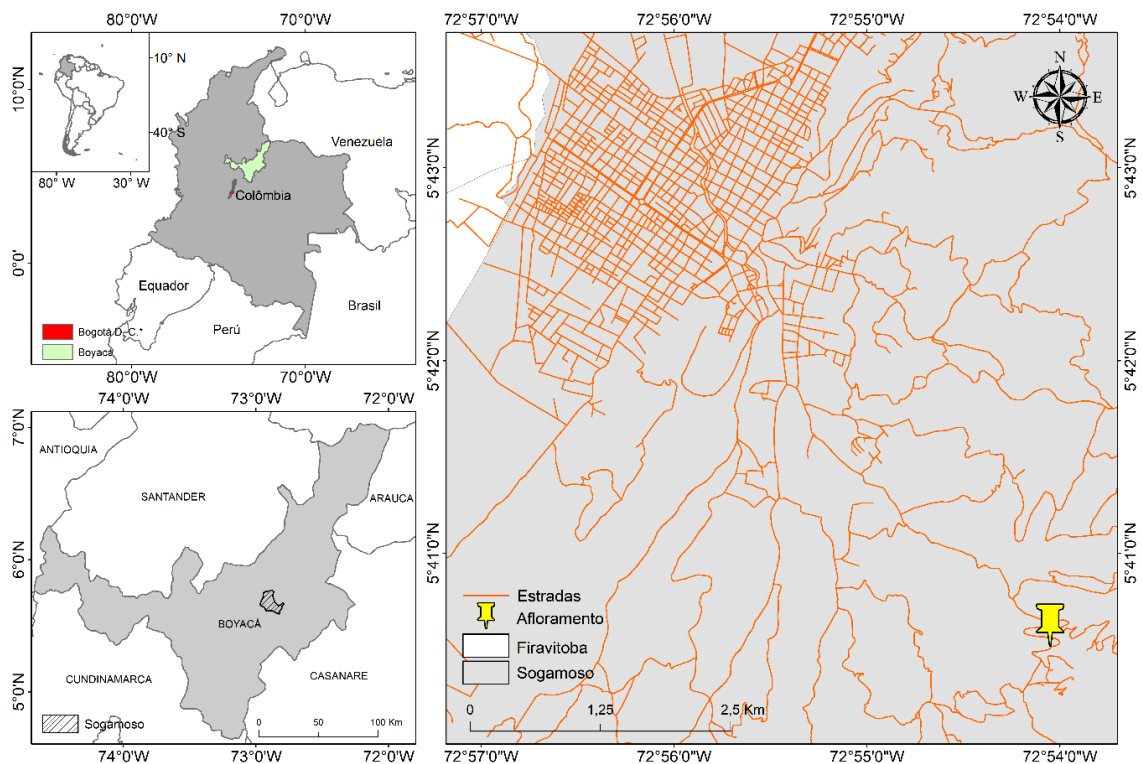


Figura 1- Mapa de localização do afloramento da Formação Plaeners na cidade de Sogamoso (marcador amarelo).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi descrito um perfil com espessura de 10 m, organizado em quatro ciclos, com padrão granodecrescente ascendente de fácies arenosas na base e pelíticas no topo (Figura 2). As fácies arenosas são caracterizadas por camadas maciças com base escavada e topo em contato brusco a transicional com os pelitos. É composta principalmente por arenito fino a médio com conteúdo variável de bioclastos de composição fosfática. A fácies pelítica é caracterizada por camadas tabulares com laminação plana paralela a ligeiramente ondulada internamente.

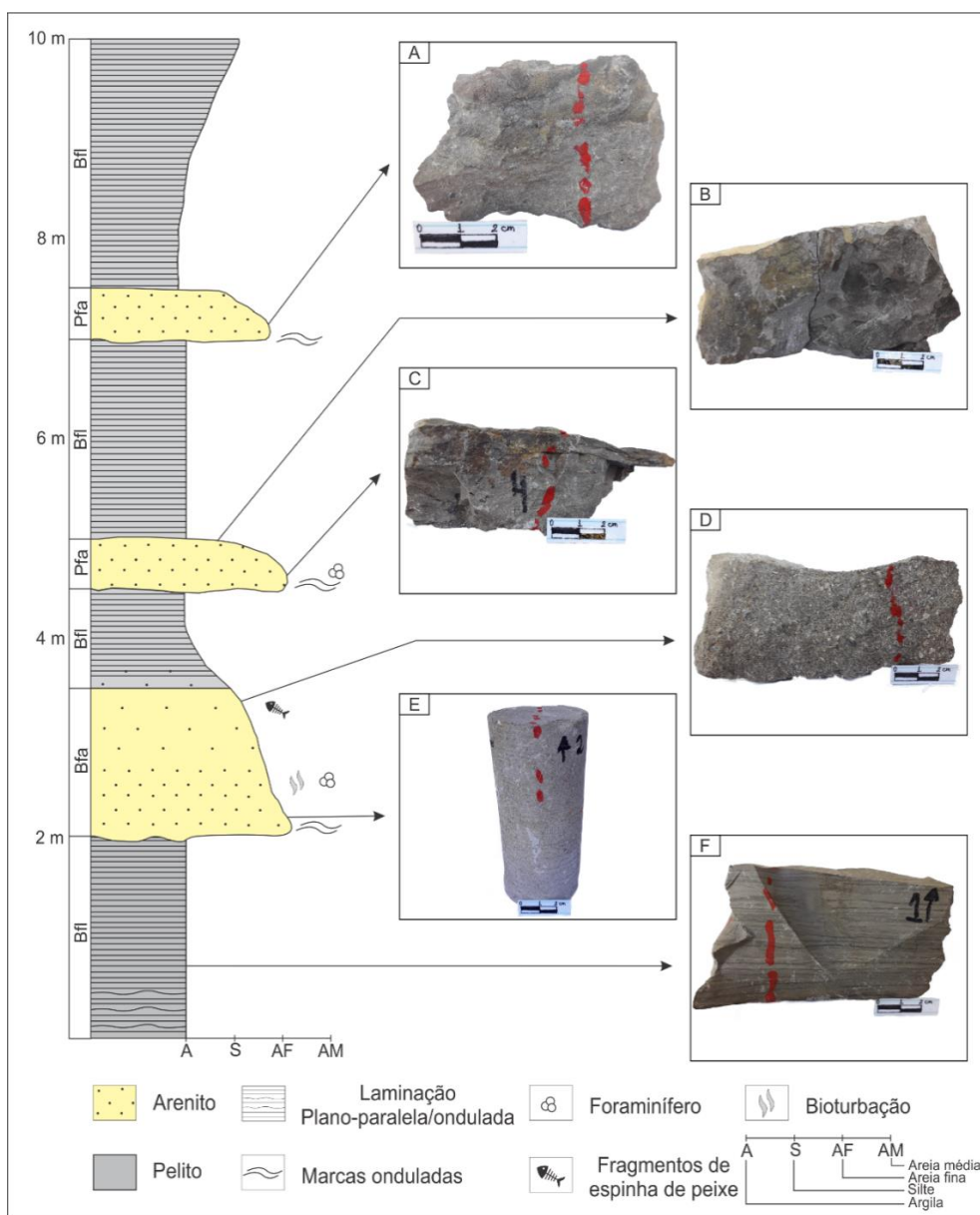


Figura 2- Perfil estratigráfico da Formação Plaeners. A, B e C - Pelfosfoarenito (Pfa), D e E – Biofosfoarenito (Bfa); F – Biofosfalutito (Bfi).

Petrograficamente, foram definidas três microfácies (Figura 3), descritas a seguir: 1) biofosfalutito com laminação plano-paralela/ondulada (Bfl), composta principalmente por minerais argilosos, quartzo, pequenos restos de bioclastos fosfatizados e óxidos de ferro (Figura 3 – A e A’); 2) biofosfoarenito com marcas onduladas (Bfa), composta principalmente por bioclastos fosfáticos, pelóides, quartzo e cimento fosfático. Os bioclastos são principalmente restos de peixes e foraminíferos preenchidos por apatita e colofano (Figura 3 – B, B’, C e C’). 3) pelfosfoarenito, maciço e com marcas onduladas (Pfa), com a presença de cimento carbonático (calcita) e predomínio de pellets de colofano junto com material siliciclástico (tamanho areia fina) em diferentes proporções (Figura 3 – D, D’, E e E’). As microfácies Bfa e Pfa correspondem às camadas arenosas, enquanto a microfácies Bfl corresponde às camadas pelíticas.

A associação de fácies, bem como a descrição petrográfica, permitem indicar um ambiente de deposição marinho (possivelmente raso a transicional pela presença de marcas onduladas) relacionado com a precipitação de minerais autigênicos (fosfatos e carbonatos) e matéria orgânica (Pinho *et al.* 2011). Nesse contexto, os fosfatos ocorrem como resultado de processos relacionados a reações químicas, clima, convergência de correntes oceânicas e baixas taxas de sedimentação (Riggs & Burnett 1990, Silva & Mello 2005).

O alto conteúdo de pellets fosfáticos bem como a presença de restos de organismos está associado com zonas de alta produtividade biológica (Pinet 1998) em zonas de ressurgência nas quais existem altos índices de produção primária pela abundância de nutrientes de nitrogênio e fósforo que permitem a formação de grãos fosfáticos (Riggs & Sheldon 1990, Pinho *et al.* 2011).

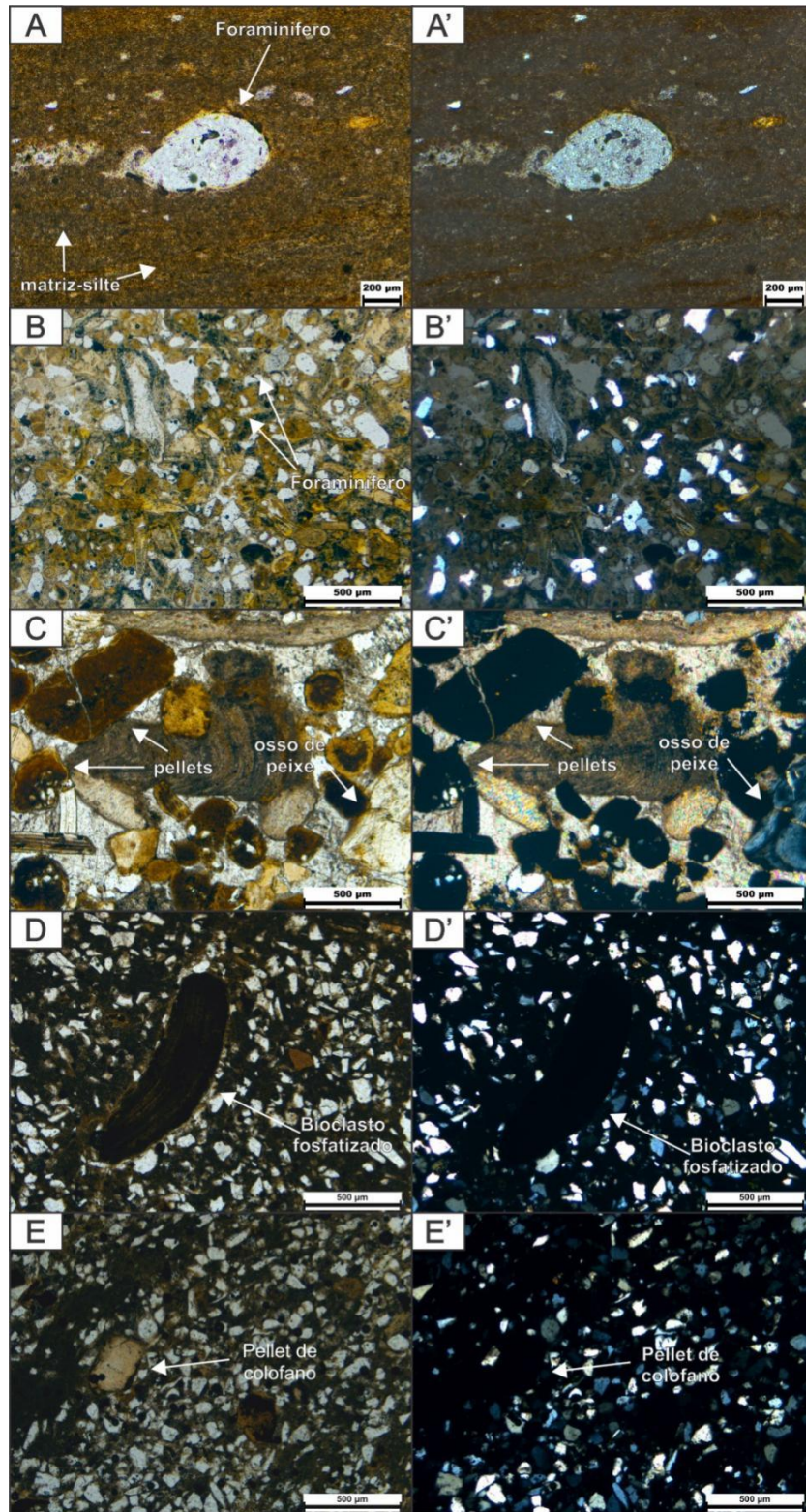


Figura 3- Microfácies. A e A' - Biofosfalutito (Bfl), com grão de quartzo tamanho silte foraminífero. B, B', C e C' - Biofosfoarenito (Bfa) com restos de peixes, foraminíferos e pellets. D, D', E e E' - Pelfosfoarenito (Pfa) carbonático com pellets de colofano, intraclastos e cimento poiquilotópico de calcita. Nicóis paralelos: A, B, C, D e E; Nicóis cruzados: A', B', C', D' e E'.

4. CONCLUSÕES

As análises das amostras permitiram identificar os constituintes mineralógicos como colofano, fluorapatita, apatita, quartzo, calcita e óxidos de ferro distribuídos na rocha em forma de pellets, bioclastos (foraminíferos e fragmentos de peixes), terrígenos e cimento. De acordo com as fácies descritas e a composição mineralógica foi possível definir um ambiente de deposição marinho, possivelmente de *offshore* transicional em zonas tropicais com águas enriquecidas em nitrogênio e fósforo, permitindo incrementar a produtividade primária que gerou os depósitos fosfáticos da Formação Plaeners na Bacia Cordilheira Oriental durante o Cretáceo.

REFERÊNCIAS

- Cooper M. A., Addison F. T., Alvarez R., Coral M., Graham R. H., Hayward A. B., Howe S., Martinez J., Naar J., Peñas R., Pulham A. J., Taborda A. 1995. Basin development and tectonic history of the Llanos Basin, Eastern Cordillera, and Middle Magdalena Valley, Colombia. *AAPG Bulletin*. 1421-1443.
- Föllmi K. B., Garrison R. E., Ramirez P. C., Zambrano-Ortiz F., Kennedy W. J., Lehner B. L. 1992. Cyclic phosphate-rich successions in the upper Cretaceous of Colombia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. **93**(3-4): 151–182.
- Lof P. 1982. *Elsevier's mineral and rock table*. [S;l.], Elsevier Scientific Pub. 1.
- Lozano E. & Zamora N. 2014. Compilación de la Cuenca de la Cordillera Oriental. Bogotá, *Servicio Geológico Colombiano*. **21**.
- Pérez G. & Salazar A. 1978. Estratigrafía y Fácies del Grupo Guadalupe. *Geología Colombiana*. **10**: 6-85.
- Pinet P. R. 1998. *Invitation to oceanography*. Sudbury, Jones & Bartlett Pub, 508.
- Pinho M. P. de., Madureira L. S. P., Calliari L. J., Griep G. H., Cooke C. V. 2011. Depósitos fosfáticos marinhos na costa sudeste e sul do Brasil: potenciais áreas de ocorrência identificadas com dados de retroespalhamento acústico do fundo e sedimentológicos analisados sobre mapa batimétrico 3D. *Revista Brasileira de Geofísica*. **29**(1): 113-126.
- Riggs S. R. & Burnett W. C. 1990. Continental margin environments and mineral resources (COMEMIR). Plain of action. A research project of the Intergovernmental Oceanographic Commission - United Nations Ocean Affairs and Law of the Sea Branch. *Ocean Science in Relation to Non-Living Resources (OSNLR)*, 8.
- Riggs S. R. & Sheldon R. P. 1990. Paleooceanographic and paleoclimatic controls of the temporal and geographic distribution of upper Cenozoic continental margin phosphorites. *In*: Burnett W. C., Riggs S. R. *Phosphate deposits of the world*. Cambridge, Cambridge University Press. v. 3, p. 207-222.
- Silva C. G. & Mello S. L. M. 2005. Nossas riquezas no mar: Recursos não-vivos. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. O mar no espaço geográfico brasileiro. *Coleção Explorando o Ensino*. **8**(5):160-178.
- Ulloa C. E., Rodríguez E., Fuquen J. A., Acosta J. E. 1973. *Geología de la plancha 192 - Laguna de Tota*. Servicio Geológico Colombiano. Escala 1:100.000. Versão ano de 2001.
- Van der Hammen T., 1961. Late Cretaceous and Tertiary stratigraphy and tectogenesis of the Colombian Andes. *Geologie en Mijnbouw*. **40**(5):181-188.
- Walker R. G., James N. P. (eds.). 1992. *Facies models: response to sea Level Change*. Geological Association of Canada. 47-72.