

8º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

BIOESTRATIGRAFIA E PALEOGEOGRAFIA DA FORMAÇÃO MORRO DO CHAVES, CRETÁCEO INFERIOR (BARREMIANO) BACIA DE SERGIPE-ALAGOAS.

AUTORES:

Gustavo Gonçalves Garcia¹, Antônio Jorge Vasconcellos Garcia¹

INSTITUIÇÃO:

PROGEOLOGIA/NUPEG, Universidade Federal de Sergipe

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 8º PDPETRO, realizado pela a Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 20 a 22 de outubro de 2015, em Curitiba/PR. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 8ºPDPETRO.

**BIOESTRATIGRAFIA E PALEOGEOGRAFIA DA
FORMAÇÃO MORRO DO CHAVES, CRETÁCEO
INFERIOR (BARREMIANO) BACIA DE SERGIPE-
ALAGOAS.**

Abstract

The Sergipe-Alagoas basin has been widely studied in the context of research on source rocks and hydrocarbon reservoir, because it has the most complete exposition of the stratigraphic sequences from the basins of the Brazilian continental margin. In this context, this work objective the bio-stratigraphic and paleo-environmental analysis of the lithologies of the Morro do Chaves Formation (Lower Cretaceous), in Alagoas Sub-basin, part of the transitional section situated between the rift phase and restricted marine environment. The material was analyzed from the palynological point of view and was collected in the Morro do Chaves InterCement quarry, located in São Miguel dos Campos, State of Alagoas. From 17 outcrop rock samples collected, nine had palynological content, among these only six were considered to the biostratigraphic analysis. In addition to outcrop samples, 28 samples were processed from four core drill. The paleoenvironmental considerations were analyzed based on palynological content and the paleontological and geological information available. The studied sedimentary package corresponds to carbonate and fine siliciclastic deposits, which owns approximately 70.0 m thick. The unit in question is formed by carbonatic coquinóides rocks interspersed with shale levels of dark green color. Were recuperated palinofloristic associations between 5.0 m and 70.0 m of described outcropping profile. Palynologically the recovered material was possible to identify 9 kinds of spores and 8 kinds of pollen grains, and two genera of fungi. Due to the degree of preservation of the material, age was established by the presence of occurrence of *Dicheiropollisetruscus* species, identified with the help of the existing literature. Thus it characterized in palinozone *Dicheiropollis etruscus* comprising Rio da Sierra to Jiquiá Local Andares. Previous work defines the Barremian age for the range. These aspects characterize the end of rift phase, preceding the evaporitic phase. In microscopic observations under fluorescent light they identified some algálic vesicles components indeterminated, classified as possible ficomas of algae *Prasinophyceae* class, indicative predominantly of marine environment, which together with the identification of organisms classified as *Scenedesmus*, thus establishing an aquatic environment. The discovery of an palinoforaminífer exemplar in a sample strengthens the argument of marine ingressions on these deposits. The amorphous organic matter present in the analyzed material showed a high degree of fluorescence at some levels, being the same of algal degradation.

Introdução

A Bacia de Sergipe-Alagoas tem sido amplamente estudada no âmbito das pesquisas sobre rochas geradoras e reservatório de hidrocarbonetos, por possuir uma das mais completas sequências estratigráficas expostas das bacias da margem continental brasileira. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo a análise do contexto bioestratigráfico e paleoambiental das litologias pertencentes à Formação Morro do Chaves (Cretáceo Inferior), na sub-bacia de Alagoas, que faz parte da seção representante do intervalo de transição entre a fase rifte e marinha restrita.

Segundo Garcia, G. et al. (2010) o modelo deposicional onde é inserida a Formação Morro do Chaves tem sido atribuído como constituído por uma sedimentação lacustre, em contexto rifte, onde leques aluviais terrígenos coalescentes avançam interagindo com a sedimentação lacustre e carbonática. O avanço e recuo da borda lacustre, influenciado pelo tectonismo ou pelo aumento do nível do lago, permitiam em parte o afogamento dos depósitos terrígenos, favorecendo uma maior propagação dos organismos e consequentemente maior deposição das litofácies carbonáticas, intercaladas nos depósitos arenosos e conglomeráticos descritos na Pedreira InterCement. Novas evidências, entretanto, levam a considerar a forte possibilidade de influencia marinha nesta sedimentação, que conceitualmente passaria então a ser considerada como “lagunar”, associada a corpos aquosos localizados junto a um corpo d’água maior com influência marinha (Garcia, G. 2012).

Em termos paleoambientais, Azevedo (2004) e Arai (2009) indicam uma proveniência marinha vinda de norte para os depósitos situados a norte da Bacia Sergipe-Alagoas, região onde afloram os registros mais bem expostos da Formação Morro do Chaves, amostrados para o presente estudo. Nesse contexto, por assim dizer “transicional”, ocorre uma sedimentação mista, formada pela intercalação de calcários coquinóides (com folhelhos intercalados) da Formação Morro do Chaves, associados aos depósitos terrígenos (arenitos e folhelhos) da Formação Coqueiro Seco. O modelo assumido por Azambuja Filho *et al.* (1998), para essa deposição é originado a partir de sedimentação lacustre em contexto rifte, onde leques aluviais terrígenos coalescentes avançavam e interagiam com a sedimentação lacustre. O avanço e recuo da borda “lacustre”, influenciados pelo tectonismo e/ou variação climática, permitiam ocasionalmente o afogamento dos depósitos terrígenos, favorecendo a propagação dos organismos e, consequentemente, a deposição das litofácies carbonáticas, intercaladas nos depósitos arenosos e conglomeráticos (figura 1).

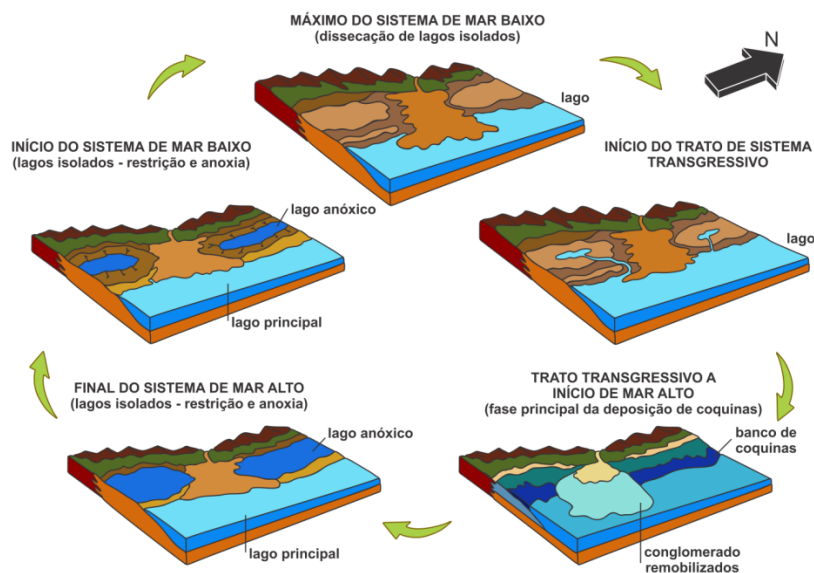


Figura 1: Modelo evolutivo da deposição dos carbonatos “lacustres” da Formação Morro do Chaves (modificado de AzambujaFilho *et al.*, 1998 in Garcia, A.*et al.*, 2015). Usa-se aqui uma terminologia de tratos de sistemas marinhos, adaptado ao contexto “supostamente” lacustre, atribuído a unidade pelos autores da figura original.

Metodologia

Os perfis litofaciológicos foram construídos com base nos trabalhos de Garcia, A. & Eastwood (1981) e Tucker (1991), que tratam da descrição de afloramentos com um significativo detalhamento, e também em um trabalho que apresentou uma aplicação direta para afloramentos carbonáticos (Aigner, *et al.*, 1995). Busca a integração de métodos de descrição de rochas siliciclásticas que possam ocorrer em afloramento e de rochas carbonáticas.

Para a extração e concentração do material de estudo (palinologia) são empregadas técnicas de dissolução específicas por reagentes químicos, utilizando equipamentos de proteção adequados e tendo os cuidados necessários durante o manuseio dos ácidos. Para este tipo de estudo é utilizada a técnica padrão proposta por Wood *et al.* (1996). Esta técnica consiste na aplicação de ácido clorídrico (HCl) e ácido fluorídrico (HF) para eliminar ao máximo, os constituintes minerais da rocha, para que reste apenas um resíduo composto por palinomorfos.

Resultados e Discussão

• Posicionamento bioestratigráfico

Dos níveis coletados na pedreira foram processadas dezesseis amostras de folhelhos mais uma amostra de carvão encontrada em uma superfície colapsada. As amostras estão localizadas no perfil desde a altura de 5,0 m até a altura de 68,0 m no perfil descrito acima. Além das amostras de afloramento foram coletadas amostras em testemunhos para preparação palinológica, totalizando mais 28 amostras, sendo duas do perfil IC-1, dez do perfil IC-2, quatorze do perfil IC-3 e duas do perfil IC-4.

A zona bioestratigráfica onde foi posicionada a Formação Morro do Chaves, foi definida com base na identificação da espécie guia *Dicheiropollisetriscus* Trevisan, 1971, que segundo Arai *et al.* (1989), ocorre desde o andar Rio da Serra até o andar Jiquiá Inferior. Apesar de terem sido recuperados apenas alguns exemplares do táxon foram feitas identificações positivas, assim definindo-o como fóssil guia para a unidade com base em sua baixa amplitude vertical, e sua ampla distribuição paleogeográfica.

A espécie *Dicheiropollisetriscus* possui uma ampla distribuição paleogeográfica, uma das características principais da definição de um fóssil guia. Sua amplitude, estabelecida com base nas ocorrências mundiais, é correspondente ao intervalo entre o Berriasiano até o Aptiano, o que não permite uma datação relativa muito precisa, devido ao fato de representar uma ampla zona bioestratigráfica. Assim para trabalho aqui desenvolvido, fica estabelecida para a Formação Morro do Chaves a idade de ~145.0 Ma a ~119.0 Ma, como já exposto em Garcia, G. (2012) todavia o refinamento aqui discutido leva em consideração os trabalhos análogos da Bacia do Recôncavo. O trabalho de Depecheet *et al.* (1986) que trata da ocorrência da espécie na Bacia do Recôncavo, pode-se estabelecer correlação com a unidade em questão, com maior precisão, colocando-a mais restrita ao andar Buracica e Jiquiá Inferior, Cretáceo Inferior.

• Ambiente deposicional da Formação Morro do Chaves

Com base nas observações de campo, do ponto de vista deposicional o que se pode concluir para os intervalos descritos e amostrados é que foram gerados em ambiente subaquoso, onde o aporte de sedimentos siliciclásticos terrígenos (arenitos e conglomerados - Formação

Coqueiro Seco), de forma cíclica e controlada pelas condições tectônicas e/ou climáticas da bacia, promoviam um relativo raseamento do corpo d'água, favorecendo assim a deposição de sedimentos carbonáticos bioclásticos (coquinas) da Formação Morro do Chaves. Este material bioclástico retrabalhado de forma mais ou menos intensa se acumulou em lentes calcarenosas e calcirudáceas, intercalando-se em litologias finas siltico-argilosas (e margosas) que se acumulavam em posições relativamente mais profundas do corpo d'água, onde dominavam condições redutoras.

Os aportes fluviais resultam no retrabalhamento das coquinas do continente para o corpo aquoso, levando a formação de depósitos híbridos (componentes siliciclásticos e carbonáticos em proporções variáveis), podendo estar associados a corpos calcarenosos e calcirudáceos sigmoidais onde os constituintes ocorrem distribuídos de maneira caótica. Estes depósitos constituem em parte litologias da Formação Morro do Chaves, quando há o domínio de constituintes carbonáticos, e em parte os arenitos híbridos da Formação Coqueiro Seco.

Das recuperações palinológicas realizadas no presente trabalho, observaram-se exemplares de flora continental (conteúdo esporopolínico) e constituintes marinhos (conteúdo vesicular indeterminado, dinoflagelado e palinoforaminífero).

A associação descrita neste trabalho apresenta grande quantidade de grãos de pólen de gimnospermas (Gnetaceapollenites, Equisetoporites, Circulina, Eucomiidites). Essa associação é composta por plantas da Família Cheirolepdiaceae, que representam coníferas que eram adaptadas a climas tropicais e subtropicais preferencialmente, um pouco áridos. Eram encontradas não apenas ao longo da costa, mas também no interior, nos planos e encostas altas. A Família Gnataceae também compõe essa associação, constituída de plantas arbustivas ou semi-trepadeiras. Distribuem-se em áreas espalhadas em regiões quentes e frias, áridas, montanhosas, rochosas ou desérticas, adaptadas a climas extremos.

Também faz parte da associação palinológica encontrada neste trabalho esporos com afinidade botânica as Pteridophytas, tais como os gêneros: Appendicisporites, Cicatricosisporites e Densoisporites. Os dois primeiros gêneros listados são representantes da Família Schizeaceae, constituída por plantas de estrato herbáceo, preferencialmente em regiões tropicais e subtropicais, necessidade de muita água em condições de clima quente. O outro gênero é o representante da Família Sphagnaceae, que são plantas de pequeno porte com estrato herbáceo, cosmopolitas, preferencialmente tropicais com melhor adaptação a ambientes levemente úmidos e com sombra.

Através destas associações paleobotânicas, estabelece-se uma situação ambiental para a área. A Formação Morro do Chaves é formada em ambiente aquático (grande lago/ laguna) em zona de baixa elevação (características de uma zona costeira), através da associação esporopolínica sabe-se que este lago/laguna estaria situado em uma planície (plantas herbáceas) com regiões montanhosas bem mais afastadas (plantas arbóreas de grande porte). Esta englobada em condições de clima quente com pouca disponibilidade de água. Devido a essa pouca disponibilidade de água o agente transportador do material mais favorável teria sido o ar, mas principalmente grandes enxurradas esporádicas potencialmente deslocavam também o conteúdo esporopolínico para dentro do lago/ laguna.

Associado a esta contextualização, tem-se a presença de esporos de fungos indeterminados, que condicionam a região a certa umidade, pela necessidade desta condição para a proliferação deste grupo. Assim caracterizando áreas de banhados, ou conjunto de lagos

interligado esporadicamente, próximos a este corpo d'água. Outra característica importante de ser ressaltada é a presença de alguns fitoclastos com grande angulosidade, o que indica uma proximidade das plantas que originaram os mesmos com o corpo d'água.

A análise em microscópio óptico sob luz fluorescente permitiu identificar algas da classe Prasinophyceae, identificadas nos dois níveis situados no topo da seção. O habitat das espécies viventes da classe Prasinophyceae é predominantemente marinho, contudo também há registros em ambientes de água doce ou salobra (Tappan, 1980). A identificação de um exemplar de palinoforaminífero e dinoflagelado (ambiente marinho) e organismos como Scenedesmus e Botryococcus (organismos que toleram certa salinidade) em testemunhos de sondagem analisados reafirma a certeza de influência marinha no Cretáceo Inferior da Bacia Sergipe-Alagoas. Com estes novos dados pode-se aproximar a unidade cada vez mais do modelo proposto por Arai (2009) de invasão marinha advinda de norte.

O estudo tafonômico das coquinas estabelece a ação de duas frentes energéticas principais, a primeira é a ação de ondas do epicentro da bacia para a borda exumando as conchas depositadas em uma única direção energética, ou sendo retrabalhada, diminuindo os espaços entre conchas; a segunda é a ação dos afluentes continentais que transportam material siliciclástico retrabalhando e levando as conchas de volta a áreas mais fundas. Estas ações atuando de forma isolada ou associadas, assim definindo o grau de “limpeza” (percentual de argila e silte) das coquinas, caracterizando deste modo a qualidade destas litologias como potencial reservatórios. As tafofácies caracterizados pelo retrabalhamento de conchas por agentes trativos, tais como ondas de tempestade e correntes, geram litologias potencialmente livres de matriz, enquanto que tafofácies geradas por processos de escorregamento geram litologias com matriz argilosa.

• Discussões paleogeográficas

Dando complemento aos objetivos gerais, define-se como objetivo específico do presente estudo dar continuidade ao desenvolvimento da busca de evidências sobre a hipótese levantada por Arai (2009, op. Cit., p. 343), que afirma:

“espera-se que a hipótese de entrada de águas tetianas vindas do norte nos primórdios do Atlântico Sul setentrional, primeiramente concebida com bases paleontológicas, constitua um novo paradigma a ser aceito por geocientistas de todas as especialidades”.

Considerando assim a possibilidade de que o seaway do Nordeste do Brasil, durante o Cretáceo Inicial, permitiu o acesso das águas Tethianas ao Atlântico Setentrional, passando pelas bacias de São Luís, Parnaíba, Araripe e chegando potencialmente até o setor norte da Sub-Bacia de Alagoas, se estabelecendo onde as terras encontravam-se mais rebaixadas ou sem relevo acentuado, no interior do continente emerso. Torna-se assim necessário olhar com mais rigor as reconstruções paleogeográficas existentes para a região. Estudos anteriores, em nível global, apontam para possibilidades de entrada de águas do Atlântico Central/Tethianas nas paleolatitudes outrora ocupadas pela Sub-bacia Alagoas (Hayet al., 1999; Torsvik&Cocks 2004).

Esta possibilidade de entrada de águas Tethianas em direção ao nordeste do Brasil já pode ser observada no trabalho de Golonka et al. (1974) para o andar Aptiano. Deste modo,

águas marinhas relativamente rasas cobriam parte do continente neste momento do Cretáceo Inferior desde o Barremiano.

Conclusões

A despeito de autores terem apontado indícios e sugestões de invasões marinhas Tethianas no setor norte da bacia Sergipe-Alagoas, a Formação Morro do Chaves permanece atribuída a uma sedimentação rifte continental nos textos mais formais nas cartas estratigráficas da bacia. Estudos globais mostram que a 130 Ma, no Cretáceo Inferior (Início do Barremiano), África e América do Sul efetivam sua separação. Mapas paleogeográficos permitem observar que entre 130 e 110 Ma a conexão entre o Tethis e o Atlântico Central ainda permanecia aberta, como também poderia estar permitindo um acesso de águas oceânicas de norte para sul, ao longo da futura margem equatorial brasileira e através das zonas rebaixadas do continente situadas neste setor norte do Gondwana.

Os estudos em andamento e cujos resultados parciais são apresentados neste trabalho demonstram, através de dados micropaleontológicos, associados a estudos paleoambientais e estratigráficos, que as litologias da Formação Morro do Chaves parecem já merecer uma redefinição formal na literatura geológica da Bacia Sergipe-Alagoas quanto aos seus contextos paleoambientais e paleogeográficos.

Referências Bibliográficas

AIGNER, T., SCHAUER, M., JUNGHANS, W.-D., REINHARDT, L. 1995. Outcrop gamma-ray logging and its applications: examples from the German Triassic. *Sedimentary Geology*, Tübingen, nº 100, p. 47-61.

ARAI, M.; HASHIMOTO, A. T.; UESUGUI, N. 1989. Significado Cronoestratigráfico da Associação Microflorística do Cretáceo Inferior do Brasil. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, 3 (1/2): 87-103.

ARAI, M. 2009. Paleogeografia do Atlântico Sul no Aptiano: um novo modelo a partir de dados micropaleontológicos recentes. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, 17(2): 331-351.

AZAMBUJA FILHO, N. C. de.; ARIENTI, L. M.; MELLO, M. R. 1998. Sedimentological and geochemical evidence of high frequency climatic cycles controlling the deposition of source and reservoir rocks in Lower Cretaceous rift lake of the Sergipe-Alagoas Basin, Brazil. Extended Abstract. AAPG Annual Convention, Salt lake City.

GARCIA, A. J. V.; EASTWOOD, M. E. 1981. Um procedimento gráfico para descrição de perfis estratigráficos. *Atas do III Simpósio de Geologia Regional, Curitiba, Paraná*, v. 2 , p. 1-13.

GARCIA, A. J. V.; GARCIA, G. G.; CARVALHO, I.; DANTAS, M. V. S. 2015. Palaeoenvironmental and Palaeogeographic Implication of Morro do Chaves Formation (Low Cretaceous of Sergipe-Alagoas Basin, Northeastern Brazil) to Marine Influence in Northeastern Brazilian Basins from the North.. In: AAPG EUROPEAN REGIONAL, LISBON,

PORTUGAL. "Tethys-Atlantic Interaction Along the European-Iberian-African Plate Boundaries". p. 84-85.

GARCIA, G. G.; SILVA, R. C.; RANGEL, C. V. G. T.; GARCIA, A. J. V. 2010. As sedimentações Carbonáticas e mistas das formações Morro dos Chaves e Riachuelo na Bacia de Sergipe-Alagoas. 45º Congresso Brasileiro de Geologia. Belém. CD-ROM.

GARCIA, G. G. 2012. Análise do conteúdo palinológico da Formação Morro do Chaves, Bacia de Sergipe-Alagoas e seu significado bioestratigráfico e paleoambiental. Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Rio Grande do Sul.

GOLONKA, J.; ROSS, M. I. and SCOTese, C. R. 1994. Phanerozoic Paleogeographic and Paleoclimatic modeling maps. In PANGAEA: Global Environments and Resources. Canadian Society of Petroleum Geologists. Memoir 17. P. 1-48.

HAY, W. W., DECONTO, R. M., WOLD, C. N., WILSON, K. M., VOIGT, S., SCHULZ, M., WOLD, A. R., DULLO, W. C., RONO, B., BALUKHOVSKY, A. N., SÖDING, E. 1999. Alternative global Cretaceous paleogeography. In: E. Barrera and C.C. Johnson. (eds.), Evolution of the Cretaceous Ocean–Climate System. Geological Society of America, Special paper 33: 1–47. Boulder.

TORSVIK, T.H. & COCKS, L.R.M. 2004. Earth geography from 400 to 250 million years: a palaeomagnetic, faunal and facies review. Journal Geol. Soc. Lond. 161, 555-572.

TREVISAN, L. 1971. Dicheiropollis, a pollen type from Lower Cretaceous sediments of Southern Tuscany (Italy) Paris. - Pollen et Spores, 13 (4): 561-596.

TUCKER, M. E. 1991. Sedimentary Petrology. An Introduction to the origin of Sedimentary Rocks. Blackwell Scientific Publications.

WOOD, G.D.; GABRIEL, A.M.; LAWSON, J.C. 1996. Palynological techniques - processing and microscopy. In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (Edt.), Palynology: Principles and Applications, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1, pp. 29–50.