



# **Análise petrográfica e descrições de fácies da Formação Barra Velha na Bacia de Santos**

**Palavras-Chave:** modelo deposicionais, rochas carbonáticas, camada pré-sal .

**Nathália Rocha Amorim - IG/UNICAMP**

**Prof. Dr. Alexandre Campana Vidal - IG/UNICAMP**

## **INTRODUÇÃO**

A pesquisa tem como objetivo interpretar os ambientes deposicionais que caracterizam as rochas carbonáticas do Pré-Sal da Formação Barra Velha da Bacia de Santos (Terra et al. 2010). Compreender a gênese e evolução dos reservatórios através de suas características texturais, composicionais e obter dados de porosidade e permeabilidade por meio da petrografia óptica (luz plana polarizada PL; luz polarizada cruzada XPL).

A finalidade desta pesquisa é correlacionar as principais fácies definidas para o intervalo do Pré-Sal com os ambientes deposicionais, possibilitando a compreensão e facilitando na caracterização das heterogeneidades dos diversos reservatórios.

## **METODOLOGIA**

Através da análise petrográfica em lâminas de seção delgada e de testemunhos de poços é possível quantificar a porosidade e permeabilidade das rochas em questão, sendo fundamental para a classificação do reservatório a fim de melhorar a previsibilidade da qualidade e entender as heterogeneidades dos reservatórios (Basan et al. 1997; Mountjoy e Marquez 1997; Eichenseer et al. 1999; Machel 2005). A classificação das fácies, componentes mineralógicos, conteúdo fossilífero e dados geoquímicos possibilitam a compreensão do arcabouço cronológico e litoestratigráfico.

Então, a partir de revisões bibliográficas de importantes autores da área, juntamente com análises de materiais fornecidos (testemunhos, lâminas delgadas e informações de poços), é possível interpretar a origem, evolução e a qualidade das

rochas reservatórios da Formação Barra Velha na Bacia de Santos e em rochas lacustres análogas no mundo.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

A Bacia de Santos é uma bacia de margem passiva e sua diagênese está relacionada a separação da América do Sul e África ocorrida no Cretáceo Inferior. O processo de rifteamento (Barremian) (Carminatti et al. 2008, 2009; Nakano et al. 2009) e de abertura ocorreram de sul para norte dando origem a uma série de grabens e horsts que possibilitaram a formação de pequenos lagos com deposição dominada por siliciclásticos e carbonatos lacustres (Fetter, 2020). No início do Aptiano o rifteamento cessa e inicia-se o processo de subsidência, definido como Sag (Carminatti et al., 2009) ou pós-rifte (Moreira et al., 2007) que permitiu acúmulos de carbonatos em altos estruturais que, juntamente com variações do nível do mar possibilitaram a formação das camadas de sal afetando as plataformas em evolução. Sendo assim, todos os depósitos antes desse momento são considerados como camadas do Pré-Sal.

Uma ampla parte da margem continental formada foi inundada por um mar raso durante o Albiano que condicionou a formação de uma extensa plataforma carbonática depositada acima dos evaporitos da fase anterior. A plataforma carbonática foi progressivamente afogada e o ambiente foi se tornando mais marinho, predominando sedimentos siliciclásticos a partir do Cenomaniano.

A Formação Barra Velha da Bacia de Santos, com idade Aptiana, formada em ambiente lacustre, compreende os depósitos carbonáticos do play petrolífero “Pré-Sal” e recebe destaque por diversas incertezas que dizem respeito à sua evolução, influência microbial na diagênese das rochas e o tipo de ambiente deposicional. Além do mais, os carbonatos por natureza apresentam grandes heterogeneidades, assim como os minerais associados nesta formação, que sugerem condições restritas para se formarem.

De acordo com Wright, 2015, foram classificadas três principais fácies da Formação Barra Velha (Figura 1). Fácies 1: Shrebs, definidos como um crescimento de calcita densa radiante fibrosa a laminada (Dias 2005), ou de crescimento assimétrico de esferulitos, podendo ter estrutura radiante simples ou plumosa. As cavidades inter-shrebs são abertas ou parcialmente preenchidas por losangos de dolomita que parecem flutuar no espaço dos poros Inter cristalinos. Microporosidade ou porosidade móldica também ocorre dentro dos cristais de shrebs (Chafetz & Guidry 1999). Esses shrebs ocorrem em posição de crescimento mas são normalmente retrabalhados e misturados com esferulitos para formar packstones a wackestones.

Fácies 2: Classificado como Esferulitos e Estevensita, os esferulitos são formados por esferas de calcitas fibrosas alcançando diâmetro de cerca de 15mm, essa estrutura radial se diferencia dos oóides que são raros na Formação Barra Velha. Os esferulitos tem calcitas ricas em inclusões com propriedades ópticas semelhantes

aos shrebs de calcita e a falta de porosidade móldica e a preservação da microestrutura radial indica que a mineralogia original é calcítica e não aragonítica (Jones & Renaut 2010). Os espaços de poros podem ser abertos (criando uma textura pseudo-fenestral) ou preenchidos por sílica e/ou dolomita (ver Terra et al. 2010, fig. 21b, c). Assim como os shrebs, os esferulitos são fragmentados e retrabalhados e portanto não apresentam losangos de dolomita.

Fácies 3: Constituídas de lamas carbonáticas depositadas em ambientes de baixa energia e marcada por um processo de renovação das águas do lago e está associada a períodos curtos de inundação que ocasionou a redução do pH. É encontrado material fosfático (fragmentos ocós ou compactos parecidos com ossos) e ostracodes eurialinos não marinhos (em outras fácies a presença de ostracodes são raras).

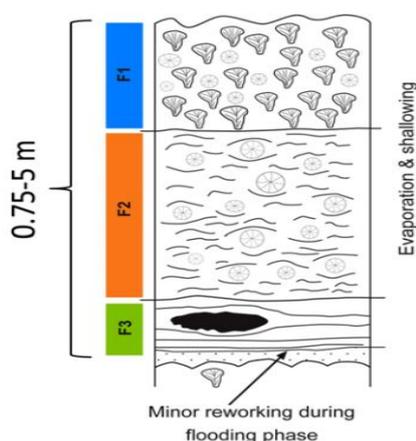


Figura 1 - Ciclo ideal observado por Wright; Barnett, 2015.

## RESULTADOS E CONCLUSÕES

Com base nos materiais fornecidos pela ANP, como testemunhos de poços de sondagem e lâminas delgadas, foi possível reconhecer fácies, estruturas e cimentações que anteriormente foram revisadas na bibliografia. Por motivo de sigilo, não é possível dizer a qual campo pertencem essas amostras.

A partir dos materiais disponibilizados, foram feitas análises em laboratório a fim de analisar a potencialidade de reservatório dessas amostras, onde foi possível identificar características importantes abordadas por Wright & Barnett (2015), como as três principais fácies: shrebs; esferulitos/estevensitas e lamitas carbonáticas e seus respectivos ambientes deposicionais (figura 2).

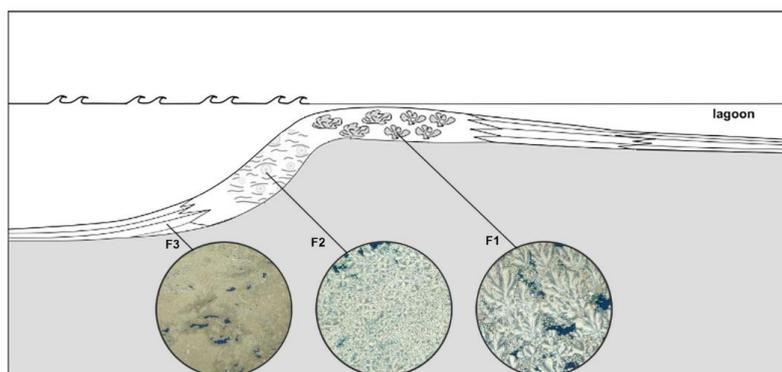


Figura 2 - Esquema modificado (Gary, Nichols. 2009) e adaptado com as lâminas analisadas.

A fácies 1 (F1), formada principalmente por shrebs contém cimentação com diferentes morfologias de sílica. Sua matriz é composta principalmente por dolomita, sendo resultado de substituição. Os poros são primários do tipo growth-framework. A fácies 2 (F2), representada por esferulitos e estevensitas, é composta por esferulitos bem formados. A cimentação é apresentada em diferentes morfologias de sílica e os poros são do tipo interpartículas. A fácies 3 (F3), caracterizadas como laminites carbonáticas é marcada por sutis laminações, sendo a rocha bem compacta. Tanto a cimentação dolomítica como a matriz carbonática desta fácies reforçam os estudos que relatam possíveis alterações no ambiente.

É importante ressaltar que os esferulitos mais simétricos e arredondados são menores e estão próximos da Fácies 3. Já os maiores estão mais próximos da interface sedimento água, ou seja, mais próximo da Fácies 1 e costumam ser mais assimétricos, já que representam um processo de transição para shrebs.

Além das fácies descritas por Wright & Barnett (2015), é possível encontrar outras fácies como Grainstone e Packstone, ambas Intraclastos (figura 3). Elas se formam devido a mudanças energéticas no ambiente, como em eventos de tempestades. Estas fácies são o retrabalhamento das fácies F1 e F2 principalmente e a principal diferença entre o Grainstone Intraclasto (F4) e o Packstone Intraclasto (F5) (figura 3) é a quantidade de matriz argilosa presente, sendo grão suportado sem matriz e grão suportado com matriz respectivamente.

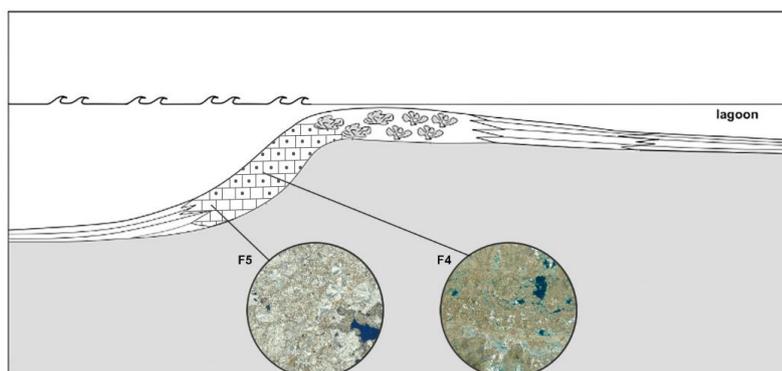


Figura 3 - Esquema modificado (Gary, Nichols. 2009) e adaptado com as lâminas analisadas.

As rochas carbonáticas apresentam elevada complexidade devido a sua composição e sistema poroso heterogêneos. Estudos são essenciais e precisam ser incentivados, pois assim é possível obter cada vez mais conhecimentos sobre sua origem que possibilita desenvolver modelos de reservatórios e então, investir nos que sejam economicamente viáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Basan, P.B., Lowdenl, B.D., Whattler, P.R., and Attard, J.J., 1997, Pore-size data in petrophysics: a perspective on the measurement of pore geometry, in Lovell, M.A., and Harvey, P.K., eds., *Developments in Petrophysics: Geological Society of London, Special Publication 122*, p. 47–67

Carminatti, M., B. Wolff, and L. Gamboa, 2008, *New exploratory frontiers in Brazil: Proceedings of the 19th World Petroleum Congress, Madrid, Spain, June 29–July 3, 2008*, 11 p.

Chafetz, H. S. & Guidry, S. A. 1999. Bacterial shrubs, crystal shrubs and ray-crystal shrubs: bacterial v. abiotic precipitation. *Sedimentary Geology*, 126, 57–74.

Dias, J. L. 2005. Tectonica, estratigrafia e sedimentacao no Andar Aptiano da margem leste brasileira. *Boletim Geociencias Petrobras*, 13, 7–25.

Gary, Nichols. *Sedimentology and Stratigraphy*. 2<sup>o</sup>. ed. [S. l.: s. n.], 2009.

Jones, B. & Renaut, R. W. 2010. Calcareous spring deposits in continental settings. In: Alonso-Zarza, A. M. & Tanner, L. H. (eds) *Carbonates in Continental Settings. Developments in Sedimentology*, 61. Elsevier, Amsterdam, 177–224.

Moreira, J. L. P., Madeira, C. V., Gil, J. A. & Machado, M. A. P. 2007. Bacia de Santos. *Boletim Geociencias Petrobras*, 15, 531–549.

Nakano, C. M. F., Pinto, A. C. C., Marcusso, J. L. & Minami, K. 2009. Pre-Salt Santos Basin – extended well test and production pilot in the Tupi area – the planning phase. In: *Offshore Technology Conference, Houston, TX, 4–7 May 2009, OTC 19886*.

Fetter M. R. L., *PALEOGEOGRAFIA do Pré-Sal*. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vqNFXtnK8w&t=1140s>. Acesso em: 20 mar. 2021.

Terra, G. J. S., Spadini, A. R. et al. 2010. Classificação de rochas carbonáticas aplicável às bacias sedimentares. *Boletim Geociencias Petrobrás*, 18, 9–29.

Wright, V. PAUL *et al.* An abiotic model for the development of textures in some South Atlantic early Cretaceous lacustrine carbonates. *Geological Society, London, Special Publications*, [s. l.], 2015.