

1. INTRODUÇÃO

Neste estudo, pretende-se aplicar os conceitos da estratigrafia de seqüências para analisar as rochas carbonáticas do Terciário da Bacia de Campos, com base na interpretação de seções sísmicas, tendo em conta a diferença do padrão de reflexão sísmica que exibem estas rochas em relação aos sistemas siliciclásticos.

O registro estratigráfico do Terciário da Bacia de Campos mostra períodos alternantes de deposição de sedimentos siliciclásticos (turbiditos e outros) e carbonáticos. Assim, a integração de diferentes ferramentas como a análise de seções sísmicas e perfis elétricos, permitem a geração de um arcabouço estratigráfico dentro do contexto de seqüências de 3ª ordem, principalmente para as rochas carbonáticas, que são o objetivo desta pesquisa.

O estudo das rochas carbonáticas da Formação Emborê, denominadas de Membro Siri, é o principal interesse neste trabalho de pesquisa. O estudo detalhado destas rochas carbonáticas surgiu da necessidade de se aumentar a recuperação de óleo pesado presente nas mesmas rochas, como uma complementação ao processo de exploração em áreas mais profundas da bacia (areias turbidíticas), que demandam um maior custo exploratório.

Está bem estabelecido que as margens carbonáticas têm o potencial de crescer ao mesmo passo da subida do nível do mar, de forma oposta ao que ocorre com os sedimentos siliciclásticos. A abordagem de um trabalho de pesquisa em rochas carbonáticas requer um tratamento especial em relação à aplicação dos conceitos de estratigrafia de seqüências, embora, para a estratigrafia de seqüências, os sistemas deposicionais carbonáticos respondam de maneira similar aos sistemas siliciclásticos.

1.1 OBJETIVO

Este trabalho teve como principal objetivo propor um detalhamento estratigráfico de alta resolução, em seqüências de 3ª Ordem, a partir da interpretação de linhas sísmicas.

A definição das seqüências foi realizada com base na correlação estratigráfica dos perfis de raios gama e resistividade dando suporte ao arcabouço estratigráfico de alta resolução definido a partir da interpretação das seções sísmicas. Com base no arcabouço proposto foi gerado um modelo deposicional para o Membro Siri, bem como uma proposta de evolução tectono-sedimentar para o intervalo estudado.

1.2 LOCALIZAÇÃO

A Bacia de Campos está localizada sobre a parte *offshore* do Estado do Rio de Janeiro, entre os paralelos 21° e 23° sul. Cobre uma área de 100.000 Km² ao longo da margem passiva do Brasil. Desta área só 500 Km² correspondem à porção emersa da bacia. O Alto de Vitória corresponde ao limite norte da Bacia de Campos com a Bacia do Espírito Santo e o Alto de Cabo Frio corresponde ao limite sul com a Bacia de Santos.

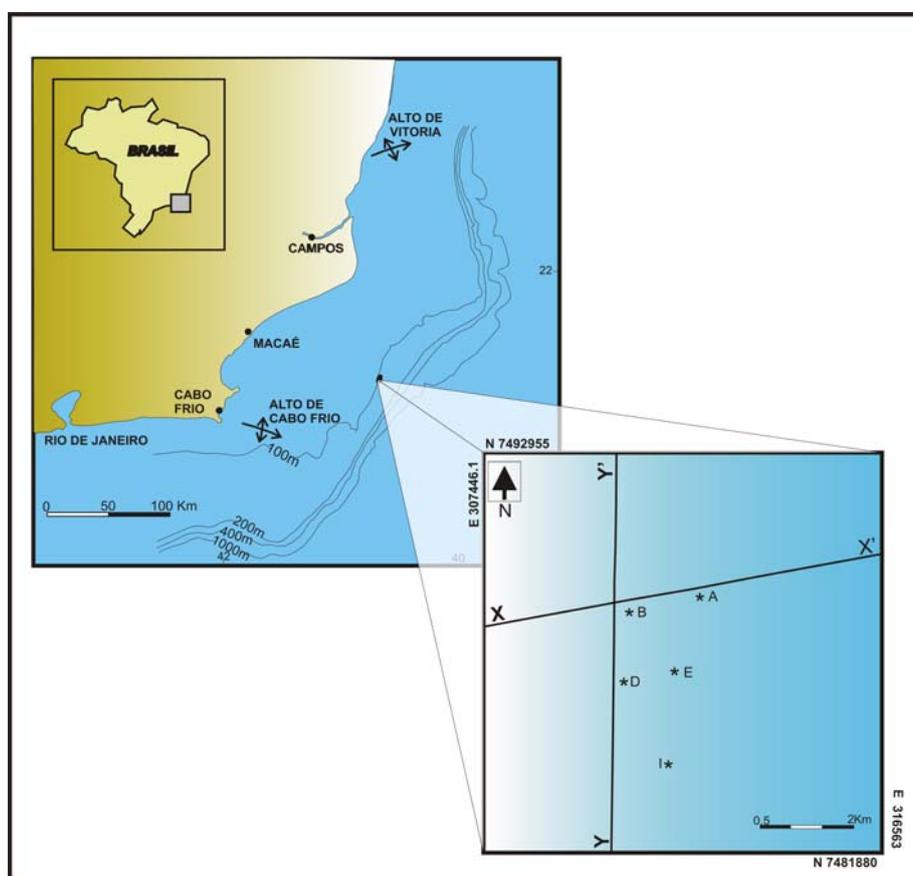


FIGURA 1. Localização da área de estudo, mostrando no detalhe a disposição das linhas sísmicas e os poços analisados.

A área de estudo encontra-se localizada na parte *offshore*, ao sul da Bacia de Campos no estado do Rio de Janeiro, limitada pelas coordenadas: N 7492955 / E 307446.1-N 7481880 / E 316563.0, ocupando uma área aproximada de 101 Km² (Figura 1).

1.3 METODOLOGIA

A metodologia adotada compreende o processamento, análise e interpretação dos dados, utilizando-se para isso a estratigrafia de seqüências *sensu* Vail *et al.* (1977) (Figura 2).

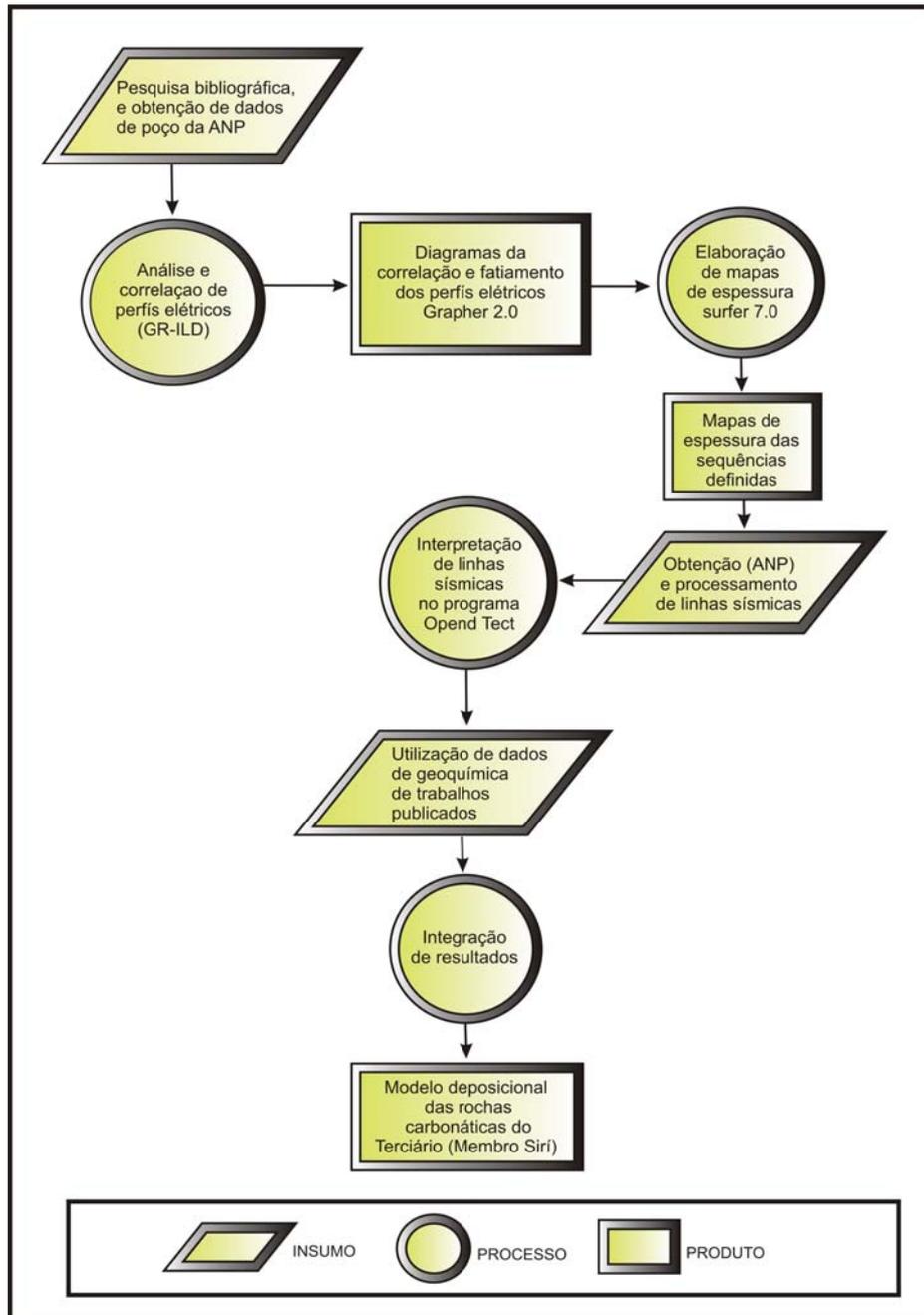


FIGURA 2. Fluxograma ilustrando a metodologia desenvolvida no trabalho de dissertação.

1.3.1 Pesquisa bibliográfica e obtenção de dados da ANP

Esta atividade teve como objetivo a pesquisa e compilação dos trabalhos publicados sobre a evolução tectono-estratigráfica da Bacia de Campos, dando ênfase às seqüências depositadas durante o Terciário, uma vez que existem poucos modelos deposicionais para a sedimentação carbonática terciária na Bacia de Campos. Nesta pesquisa foi dado um enfoque maior aos trabalhos realizados sobre as rochas carbonáticas do Membro Siri, realizando uma análise crítica sobre as propostas relacionadas à gênese e ao desenvolvimento desta unidade estratigráfica. Em paralelo se levou a cabo também uma pesquisa bibliográfica dos fundamentos teóricos, e exemplos reais para a análise estratigráfica de plataformas carbonáticas e que servissem de exemplo para a compreensão da área de estudo. Cabe salientar que a ANP forneceu três poços (A,B, I) e duas seções sísmicas (Y-Y' *strike* e X-X' *dip*), para a realização da presente dissertação.

1.3.2 Análise e correlação de perfis elétricos

Durante esta fase se realizou uma análise detalhada de cinco poços, tendo por objetivo identificar as principais quebras com base nas variações observadas nos registros dos perfis elétricos (raio gama e resistividade), desenvolvendo-se em seguida a correlação dos poços (A-B-D-E-I) a fim de realizar um detalhamento das unidades estratigráficas e os possíveis limites de seqüência. O intervalo analisado varia entre profundidades de 900 e 1400 m. Os poços A, B e I, foram cedidos pela ANP, e os poços D e E, encontram-se na literatura. O Poço D corresponde ao 3-BD-3 de Rangel *et al.* (1994) e o poço E foi publicado no trabalho de Albertão *et al.* (2005). A utilização dos perfis elétricos como ferramenta na análise estratigráfica de seqüências junto com a interpretação de seções sísmicas ajudou na definição da litologia, das fácies sísmicas e das propriedades das rochas. Com base no perfil sônico do poço A e a seção sísmica X-X', fui gerado um sismograma sintético que permitiu amarrar no dado sísmico as superfícies que representariam os limites de seqüência.

- Raio Gama

O registro de raios gama é a medida da radioatividade natural da formação. Em rochas sedimentares, os elementos radioativos (potássio, tório) tendem a se concentrar em minerais de argila. Este registro permite interpretar a variação no tamanho dos grãos e a energia deposicional, a partir da observação da variação da radioatividade. Texturalmente e mineralogicamente, as litologias clásticas maduras, tais como quartzo-arenito e sedimentos carbonáticos, apresentam baixo registro do raio gama (Emery & Myers, 1996). A leitura dos perfis de radioatividade foi realizada em °API.

- Registro de resistividade

Este registro é função da porosidade e o conteúdo de fluido nos poros. Uma rocha altamente porosa com fluido de poros condutivo (salino), terá uma baixa resistividade, enquanto uma rocha não porosa ou contendo hidrocarbonetos, terá alta resistividade. Este registro pode ser um excelente indicador da litologia e muitas vezes, permite fazer boas correlações dentro de sucessões de folhelhos ou dentro de arenitos com resposta uniforme do registro de raios gama (Emery & Myers, 1996). A leitura dos perfis de resistividade foi feita em unidades OHMM.

- Registro sônico

O registro sônico mede o tempo de transito através da formação. O tempo de transito está relacionado à porosidade e à litologia. O folhelho, por exemplo, terá um de tempo transito mais alto (velocidade inferior) do que um arenito de porosidade similar. O registro sônico é usado algumas vezes como indicador do tamanho de grão. Este registro é também afetado por cimentação pós-deposicional e compactação e pela presença de fraturas (Emery & Myers, 1996). A unidade utilizada na análise do perfil sônico foi $\mu\text{s}/\text{pé}$.

1.3.3 Elaboração de mapas de isópacas

A elaboração dos mapas de isópacas ilustra a forma, orientação e geometria do preenchimento da bacia. Nesta fase se elaborou o mapa de espessura para cada seqüência identificada, utilizando-se como ferramenta o programa Surfer 7.0. Neste programa se faz necessário a construção de uma tabela com valores negativos, a fim de que o mesmo possa reconhecê-los como dados de subsuperfície.

1.3.4 Análise e interpretação de seções sísmicas

A partir de duas linhas sísmicas 2D migradas em tempo (*Y-Y' strike* e *X-X' dip*, concedidas pela ANP), realizou-se uma análise sismoestratigráfica detalhada. A interpretação das linhas sísmicas teve como fundamento à análise da geometria dos refletores, além da definição dos padrões de empilhamento dos pacotes sedimentares com relação aos ciclos de 3ª ordem.

As interpretações obtidas foram apoiadas pela geração de um sismograma sintético entre o registro sônico do poço A e a seção sísmica X-X'. Os dados sísmicos foram analisados a partir da identificação das superfícies *onlap*, *downlap*, *toplap* e truncamentos erosivos, sendo interpretados de acordo às técnicas da estratigrafia sísmica propostas por Vail *et al.* (1977).

A nomenclatura usada neste trabalho, relativas a análise dos dados sísmicos, seguem as convenções de Mitchum & Vail (1977), Van Wagoner *et al.* (1990) e Posamentier & Vail *et al.* (1988). A análise sismoestratigráfica foi feita com ajuda do programa OpendTect, versão 2.3 e cujo sistema de programação permite o processamento, visualização e interpretação de dados sísmicos 2D e 3D.

1.3.5 Utilização de dados de estratigrafia química publicados para o Membro Siri, Bacia de Campos

O estudo estratigráfico detalhado realizado nesta dissertação envolveu a utilização do trabalho de Albertão *et al.* (2005) sobre a aplicação da estratigrafia química em rochas carbonáticas da Bacia de Campos. Esta publicação envolve resultados de análise química elementar, que foram usados com o objetivo de subdividir as seqüências identificadas em unidades quimioestratigráficas distintas, permitindo uma correlação de alta resolução para o arcabouço proposto neste trabalho de pesquisa.

1.3.6 Modelo deposicional das rochas carbonáticas do Membro Siri da Bacia de Campos

Nesta fase se levou a cabo a construção do modelo deposicional da área de estudo. O desenvolvimento deste modelo teve como fundamento a identificação dos principais fatores que controlaram a evolução da plataforma carbonática correspondente ao Membro Siri e cuja evolução representa, ao mesmo tempo, os diferentes processos tectono-estratigráficos que aconteceram na Bacia de Campos entre o Oligoceno e Mioceno.

1.4 TRABALHOS ANTERIORES

Waisman (2002) apresenta uma análise estratigráfica para o Membro Siri com base na utilização de várias ferramentas tais como: dados sísmicos, registro de poços, amostras de calha, petrografia carbonática e dados bioestratigráficos. A partir da integração destes dados, verificou-se que as unidades definidas por este autor, denominadas como seqüências OLIGO-2 e MIO-1, correspondem às unidades II e III apresentadas nesta dissertação. O intervalo analisado por Waisman (*op.cit.*), posicionado mais a sul com relação à

área em estudo, caracteriza-se por apresentar sedimentação mista siliciclástico-carbonática. Para a seqüência denominada OLIGO 2, identificou três sismofácies principais. A primeira está associada aos depósitos siliciclásticos que ocorrem para o sudoeste da área de estudo do referido autor. O limite E/NE deste quadrante é forte e parece estar associada à presença de um alinhamento NW/SE atribuído a uma zona de falhas causada pela tectônica de sal, conforme a proposta realizada pelo autor acima referido.

A segunda sismofácies identificada por Waisman (2002), está localizada próxima à borda da plataforma e está caracterizada por um alinhamento de amplitude positiva e negativa, segundo a direção N-S, sendo associada a ciclos de raseamento formados por *wackstone* bioclástico na base e *grainstone* no topo.

A interpretação que Waisman (*op.cit.*) faz sobre a origem dos ciclos de raseamento é que estes seriam produto da progradação de barras bioclásticas, no sentido de oeste para leste durante períodos de mar alto, com produção de carbonatos excedendo a taxa de acomodação. Para a seqüência MIO-1, segundo o mesmo autor, os depósitos carbonáticos se apresentam menos expressivos, possivelmente como resultado do avanço das progradações siliciclásticas provenientes de oeste.

Vale a pena ressaltar que Waisman (2002), não faz referência a processo de reativação tectônica durante a deposição carbonática terciária.