

BREVE DESCRIÇÃO DOS PROJETOS

(1) Projeto ROAD-BESM

Título: REFINAMENTO REGIONAL OCEÂNICO E ATMOSFÉRICO (ROAD-BESM – REGIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC DOWNSCALING)

Resumo: Este projeto tem como objetivo realizar o REFINAMENTO REGIONAL OCEÂNICO E ATMOSFÉRICO (ROAD-BESM – REGIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC DOWNSCALING) para a costa do estado de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, a partir das simulações de cenários climáticos disponibilizadas pelo BESM. O objetivo final é a previsão do avanço da cota de inundação da região costeira, para que sirva como ferramenta de gerenciamento e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas nesta região, com consequente perda de habitats costeiros. Para tanto, os campos de precipitação, circulação atmosférica e pressão ao nível do mar serão refinados, em uma grade de alta resolução, através da utilização de um modelo geral de circulação atmosférica (e.g., OLAM, WRF). O modelo de ondas SWAN será empregado para a correta reprodução do clima de ondas na região costeira. Com este conjunto de ferramentas adaptadas, o projeto ROAD-BESM será capaz de estimar as mudanças da cota de inundação na costa, a partir dos dados de maré astronômica, maré meteorológica, runup de onda, descarga fluvial e do modelo digital do terreno da região de estudo. Com a consolidação da metodologia, a mesma poderá ser expandida para toda a costa brasileira, em uma segunda fase do ROAD-BESM.

(2) Projeto

Título: VARIABILIDADE QUÍMICA E CLIMÁTICA NOS REGISTROS DOS TESTEMUNHOS DE GELO DA GELEIRA DA

ILHA PINE – MANTO DE GELO DA ANTÁRTICA OCIDENTAL

Resumo: Este projeto propõe a reconstrução e interpretação da história climática e da química atmosférica do setor do mar de Amundsen/Bellingshausen ao longo dos últimos 300 anos a partir de registros paleoclimáticos indiretos obtidos em testemunhos de gelo da geleira da Ilha Pine (manto de gelo da Antártica Ocidental). O projeto expande para o lado do mar de Amundsen as investigações iniciadas há 5 anos nas bacias de drenagem glacial do manto de gelo da Antártica Ocidental que fluem para o mar de Weddell. Portanto, a comparação de dados paleoclimáticos (de testemunhos de gelo) das duas regiões proverá detalhamento da advecção de sul para norte de massas de ar frio da região antártica até o Brasil e tem entre suas metas a obtenção de um testemunho de 150 m na bacia de geleira Pine no verão de 2019/2020, além de vários levantamentos geofísicos. Posteriormente, as amostras do testemunho de gelo e de trincheiras superfícies de neve serão derretidas e analisadas por cromatografia iônica, ICP SFMS e CRDS para gerarem diversas séries temporais ambientais e que serão então calibradas ao registro instrumental pela correlação com dados de re-análise do European Center for Medium Range Weather Forecasts (ECMWF) provendo indiretamente (by proxy) dados paleoclimáticos.

(3) Projeto N°: 29757

Título: SIMULAÇÃO FÍSICA DA DINÂMICA LACUSTRE E SEU IMPACTO NA GEOMETRIA E NA DISTRIBUIÇÃO DAS FÁCIES DE DEPÓSITOS DE COQUINAS.

Resumo: As coquinas do pré-sal constituem importantes reservatórios de hidrocarbonetos existentes nas bacias da margem continental brasileira, principalmente na Bacia de Santos e na Bacia de Campos. Estas coquinas são rochas carbonáticas constituídas de material bioclástico, geralmente conchas de bivalves, que representam depósitos lacustres de idade Barremiana-Aptiana gerados na fase sin-rifte do supercontinente Gondwana. De acordo com as principais classificações vigentes (Dunham, 1962; Embry & Klovan, 1971), as rochas carbonáticas tipo coquinas são mais bem designadas como rudstone, grainstone ou packstone, caracterizadas principalmente por serem grão-suportadas, mas variando no tamanho dos grãos bioclásticos e na presença ou não de matriz. De acordo com estudos realizados na sequência carbonática do Grupo Lagoa Feia - Barremiano/Aptiano da Bacia de Campos, as coquinas estão relacionadas desde o ambiente de bacia do lago, tanto nas porções mais profundas (offshore) sob ação de fluxos gravitacionais (Altenhofen, 2013),

quanto em altos estruturais, sob ação de ondas de tempestade (Bertani & Carozzi, 1985; Dias et al., 1988; Carvalho et al., 2000); até o ambiente de margem do lago, em zonas costeiras subaquosas de shoreface/foreshore sob ação de ondas e correntes de tempestade (Bertani & Carozzi, 1985; Abrahão & Warne, 1990; Muniz, 2013) ou zonas costeiras subáreas de praia e pós-praia (Carvalho et al., 2000; Muniz, 2013).

Acerca da geração de acumulações de grãos esqueletais, Kidwell (1986) sugere que dependem de fatores sedimentológicos, biológicos e diagenéticos, sendo que os fatores sedimentológicos são divididos em processos erosivos (winnowing de matriz e retrabalhamento seletivo) e processos não-deposicionais (bypass de finos, migração de formas de fundo e falta de aporte siliciclástico). Porém no que diz respeito a esses processos de acumulação, as informações obtidas nas descrições de fácies e microfácies dos estudos da sequência carbonática lacustres da Bacia de Campos, carecem de informações sobre padrões diagnósticos que possam determinar precisamente os fatores de acumulação, bem como os agentes hidrodinâmicos (fluxos oscilatórios e unidirecionais) e as condições ambientais (tempestades vs clima normal de ondas) atuantes num ambiente de margem de lago com abundância de material bioclástico do tipo conchas.

Estudos auxiliares em depósitos análogos do recente (Jahnert et al., 2012) ou do registro geológico (Tavares et al., 2015) e simulações físicas em escala reduzida de laboratório (Nagle, 1967, Brenchley & Newall, 1969; Thompson & Amos, 2002), vem sendo realizados para reunir informações que possibilitem uma melhor interpretação dos processos sedimentares atuantes na geração de coquinas do pré-sal, bem como estabelecer padrões diagnósticos de grau de retrabalhamento, orientação e organização das conchas, estruturas sedimentares, etc. No entanto, os modelos deposicionais para a geração de coquinas ainda carecem de padrões diagnósticos sólidos que permitam uma interpretação precisa dos diversos processos sedimentares (retrabalhamento, transporte, deposição) atuantes em sistemas costeiros, sejam marinhos ou lacustres, cujo principal agente hidrodinâmico é a onda. Partindo deste problema, a pergunta científica que se lança é saber como os diferentes processos oscilatórios que ocorrem em sistemas costeiros de praia (empolamento, quebra e swash; sensu Short, 1999) atuam nos processos sedimentares de acumulação e retrabalhamento mecânico de grãos esqueletais, como o winnowing e o retrabalhamento seletivo (sensu Kidwell, 1986) e quais as feições faciológicas que permitem identificar tais associações de processos.

Para preencher as lacunas a respeito das características de fácies das coquinas em ambientes costeiros, este projeto visa empregar três linhas de abordagem: modelagem física de fluxos oscilatórios, descrição faciológica e morfológica de depósito conchífero praiado recente e descrição de rochas carbonáticas de coquinas lacustres das bacias da margem continental brasileira. Desta maneira buscar-se-á encontrar padrões de fácies diagnósticos de ambientes costeiros

dominados por ondas que possam ser empregados nos estudos de identificação de fácies das coquinas das bacias marginais brasileiras.

Partindo da premissa de que grande parte das rochas de coquinas foram depositadas em sistemas praias de margem de lagos tectônicos, durante a fase sin-rifte do supercontinente Gondwana (Bertani & Carozzi, 1985; Dias et al, 1988, Abrahão & Warme, 1990; Rangel et al., 1994; Carvalho et al., 2000; Muniz, 2013), a hipótese levantada é de que os processos de acumulação de grãos esqueléticos, principalmente de moluscos bivalves, são diferenciados em cada zona praias, variando de acordo com a forçante ondulatória (empolamento, quebra e swash) e correntes associadas, os quais devem produzir elementos faciológicos distintos. Além da zonação de processos e produtos, é importante salientar que tais acumulações de grãos esqueléticos (conchas) são relacionados a condições de tempestades e ressacas (Aigner, 1985), quando as forçantes ondulatórias e as correntes de fundo amplificam seu poder de retrabalhamento mecânico e transporte, assim como expandem sua área de influência, remobilizando a zona de habitat de moluscos (offshore/shoreface inferior), abaixo do Nível de Base de Ação de Ondas de Tempo Bom, e transportando conchas até as zonas de praia subaérea.

A modelagem física de ondas em canal bidimensional (IPH-UFRGS) será empregada para testar e observar o comportamento de conchas e sedimentos sob a ação de ondas, ao longo de um perfil praias análogo a uma margem de lago de alta energia. A modelagem permite simular diferentes cenários de energia de ondas (clima normal ou de tempestade) e reproduzir processos sub-aquosos de difícil visualização (Hughes, 1993).

A descrição faciológica e morfológica de um depósito de coquinas recente se dará para complementar os resultados obtidos nas simulações físicas, principalmente quanto os padrões diagnósticos de acumulações de conchas localizados na zona praias subaérea, que são difíceis de reproduzir em laboratório. Áreas de estudos de campo a serem utilizadas serão: os Concheiros do Albardão, em Santa Vitória do Palmar – RS, os quais consistem de depósitos em longos trechos praias do litoral sul; além de depósitos praias intralagunares da laguna costeira de Mar Chiquita no litoral argentino, próximo à cidade de Mar del Plata.

Por fim, a aplicação dos padrões diagnósticos encontrados nas fases de modelagem e estudo de campo serão empregados em afloramentos localizado na Bacia de Sergipe-Alagoas, Formação Morro do Chaves (Pedreira Atol - AL), que possui um contexto deposicional e temporal correlato ao da Bacias de Campos. Esta Formação tem sido utilizada como referência para diversos estudos semelhantes dos depósitos do pré-sal, tais como Tavares et al. (2015), Kinoshita (2007;2010) e Thompson et al. (2015).

Espera-se encontrar diferentes padrões diagnósticos de fácies de coquinas e processos sedimentares para cada zona praias e sua forçante oscilatória: Zona de empolamento de ondas (shoreface) com baixo retrabalhamento mecânico; Zona de

quebra da onda (shoreface/foreshore) com acentuado retrabalhamento mecânico; Zona de swash da onda (foreshore/backshore) com variada intensidade de retrabalhamento mecânico das conchas; e abaixo do Nível de Base de Ondas de Tempestade (offshore) com pouquíssima ocorrência de retrabalhamento mecânico dos bioclastos. Desta forma gerando uma contribuição científica aos modelos deposicionais das rochas carbonáticas lacustres das bacias sedimentares marginais do Brasil, mais especificamente as coquinas do pré-sal. Podendo significar um melhoramento das condições de exploração de óleo, de modo a diminuir incertezas (custos) durante as atividades exploratórias. Além disso, espera-se contribuir para a formação de recursos humanos através da interação dos grupos de pesquisa de áreas correlatas: modelagem física de ondas e de estudos sedimentológicos costeiros.

(4) Projeto

Título: PROCESSAMENTO E INTERPRETAÇÃO DE DADOS MAGNETOESTRATIGRÁFICOS DO CRETÁCEO DAS BACIAS BRASILEIRAS.

Resumo: Períodos prolongados de estabilidade da polaridade do campo magnético da Terra são chamados de Superchrons. O mais recente destes intervalos, o Superchron Normal do Cretáceo (SNC) ocorreu entre 124 e 83 milhões de anos atrás. O comportamento exato do campo geomagnético neste período ainda é pouco conhecido, e os dados obtidos em rochas vulcânicas e sedimentares são conflitantes. Tendo em vista esta problemática, este projeto visa estudar através das paleodireções (declinação e inclinação) e paleointensidade relativa do campo magnético da Terra durante o SNC em sucessões Aptianas-Albianas da Bacia de Umbria-Marche (Itália) e Bacia de Sergipe-Alagoas tentando estabelecer vínculos temporais mais precisos e detalhados para as variações do campo paleomagnético neste período. Serão utilizados dados já obtidos pelo testemunho PLG Core (Itália) e serão analisados testemunhos perfurados na Bacia de Sergipe-Alagoas. Estes vínculos temporais são de grande valia para a indústria do petróleo, pois são úteis para a calibração cronoestratigráfica da idade das seções exploradas e correlação de testemunhos de diferentes bacias ao redor do mundo.

(5) Projeto

Título: ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DE NÍVEIS ARGILOSOS DO PRÉ-SAL E ANÁLOGOS.

Resumo: O objetivo principal do presente estudo é a determinação das relações genéticas entre argilominerais, fases carbonáticas e outras fases minerais identificadas em níveis argilosos do pré-sal. Inclui-se a identificação dos processos diagenéticos e/ou hidrotermais com impacto na evolução dos reservatórios e sistemas porosos e avaliação das condições físicas e geoquímicas reinantes nas reações a partir dos minerais identificados, em especial os argilominerais, carbonatos e sulfatos, com apoio de rotinas de modelização.

Este projeto visa estudar os reservatórios do pré-sal que representam atualmente os principais alvos exploratórios da Petrobras, assim como o futuro da Companhia e do País em termos de produção de petróleo. Suas características genéticas, aspectos texturais e composicionais não convencionais, assim como a heterogeneidade de distribuição de sua porosidade e permeabilidade na ampla escala na qual se desenrolam sua exploração indicam a importância deste estudo para alimentar modelos que possam auxiliar na previsão da qualidade e da heterogeneidade.

Os métodos a serem utilizados envolvem:

- 1) Preparação de lâminas delgadas especiais das amostras selecionadas.
- 2) Detalhada análise petrográfica.
- 3) Documentação fotomicrográfica detalhada.
- 4) Análise de difratometria de raios X (XRD) de amostras selecionadas, envolvendo o pó e frações finas.
- 5) Espectroscopia de Infravermelho (IRS) de frações específicas.
- 6) Microscopia de elétrons retroespalhados (BSE), com apoio da espectrometria de energia dispersiva (EDS).
- 7) Microscopia de elétrons secundários (SEM), com apoio da espectrometria de energia dispersiva (EDS).
- 8) Microscopia eletrônica de Transmissão (TEM), preferencialmente com o apoio da espectrometria de energia dispersiva (EDS).
- 9) Análises de isótopos estáveis de oxigênio e hidrogênio em frações granulométricas específicas.
- 10) Análises de isótopos estáveis de oxigênio e carbono de carbonatos.
- 11) Análises de isótopos de estrôncio de carbonatos.
- 12) Análises de isótopos estáveis de Enxofre.
- 13) Análises de isótopos de Sm/Nd de frações granulométricas específicas.

- 14) Análises geocronológicas Datação Ar-Ar ou K-Ar em ilitas.
- 15) Geoquímica de elementos traço e análises de terras raras de frações específicas.
- 16) Análises por microsonda eletrônica. Classificação e aplicação de geotermômetros.
- 17) Integração da paragenese mineralógica e dados de composição química com parâmetros fornecidos para o projeto. Avaliação das condições de formação dos minerais em termos de temperatura e pressão.
- 18) Integração e interpretação de todos os resultados para a caracterização cristalográfica, mineralógica, cristaloquímica, petrológica, hidrotermal e sedimentológica dos argilominerais e fases associadas.

(6) Projeto

Título: ESTUDO DA APLICABILIDADE DOS PARÂMETROS GEOQUÍMICOS OBTIDOS DOS BIOMARCADORES OCLUÍDOS NAS FRAÇÕES ASFALTÊNICAS EM AMOSTRAS DE ÓLEO DE BACIAS SEDIMENTARES.

Asfaltenos são macromoléculas ricas em heteroátomos derivados do craqueamento do querogênio no início da janela de geração de óleo e, portanto, podem ser considerados análogos ao querogênio. São definidos como a fração do óleo ou do extrato da rocha geradora (betume) que é precipitada por hidrocarbonetos de baixa massa molecular tais como *n*-pentano ou *n*-heptano, mas são solúveis em solventes aromáticos tais como tolueno. Uma das aplicações dos estudos de asfaltenos é para obtenção de biomarcadores que por algum motivo não estão mais disponíveis nos óleos devido a processos geológicos (por exemplo, processos pós acumulação) ou quando a rocha geradora não está disponível para o estudo. Estes processos podem remover, ou alterar, a maioria (ou todos) dos biomarcadores. As características geoquímicas da fração de maltenos (fração solúvel em *n*-heptano do óleo ou betume que compreende os compostos saturados, aromáticos e compostos polares) também podem sofrer alterações por esses processos. Estes biomarcadores geralmente consistem de moléculas policíclicas (por exemplo, esteroides ou terpenoides) e são utilizados para determinação de afinidade genética (caracterização da origem e idade geológica), correlação óleo-óleo ou correlação óleo-rocha geradora e maturação térmica. Como os asfaltenos são formados no primeiro estágio de geração de óleo e permanecem preservados, embora possam sofrer poucas alterações, os biomarcadores que são incorporados dentro da estrutura asphaltênica, durante a formação desta, permanecem protegidos de eventos de degradação e representam assim o óleo formado no início da janela de geração, preservando as informações geoquímicas do óleo original. A razão pela qual os asfaltenos preservam a assinatura do início da maturação não é muito

discutida na literatura. A proteção aos processos de biodegradação está principalmente relacionada à baixa solubilidade dos asfaltenos, formação dos agregados e baixa biodisponibilidade desta fração. A aparente redução na velocidade de alteração térmica pode ser devido ao impedimento estérico associado com a rigidez da estrutura macromolecular, porém os dados que constam na literatura podem ser considerados especulativos. Portanto, os biomarcadores podem permanecer ocluídos, e assim preservados nas estruturas asfálticas. Para serem liberados para a fração de maltenos, se faz necessária a quebra de duas ou mais ligações. Há dados na literatura que indicam que, pela clivagem da macromolécula do asfaleno, é possível a liberação de compostos que não estão quimicamente ligados à sua estrutura (através de ligações covalentes) mas sim ocluídos dentro da macromolécula. Trabalhos também indicam que esses compostos uma vez ocluídos permanecem estáveis. Entretanto o tamanho e a forma da macromolécula asfáltica também influencia na estabilidade desses compostos durante o tempo geológico. Isso significa que o grau de proteção quanto a qualquer alteração que possa ocorrer depende do tipo de estrutura asfáltica presente. E, como os asfaltenos são considerados uma fração similar ao querogênio, isso significa que a possibilidade de oclusão e fator de proteção terá variação entre óleos de diferentes ambientes deposicionais. Portanto, os aspectos físicos e químicos dos asfaltenos, além de controlarem o quão efetivo é a proteção quanto às alterações térmicas ou biodegradação, podem também controlar o tempo de oclusão dos compostos em sua macromolécula, afetando assim a interpretação dos biomarcadores recuperados. Isto indica que se torna importante um estudo para se verificar a influência das variáveis geoquímicas (fonte, maturação térmica e alterações pós-acumulação) na estabilidade dos biomarcadores ocluídos, uma vez que a variabilidade das estruturas asfálticas podem afetar a preservação das informações do início da janela de geração de óleo.