

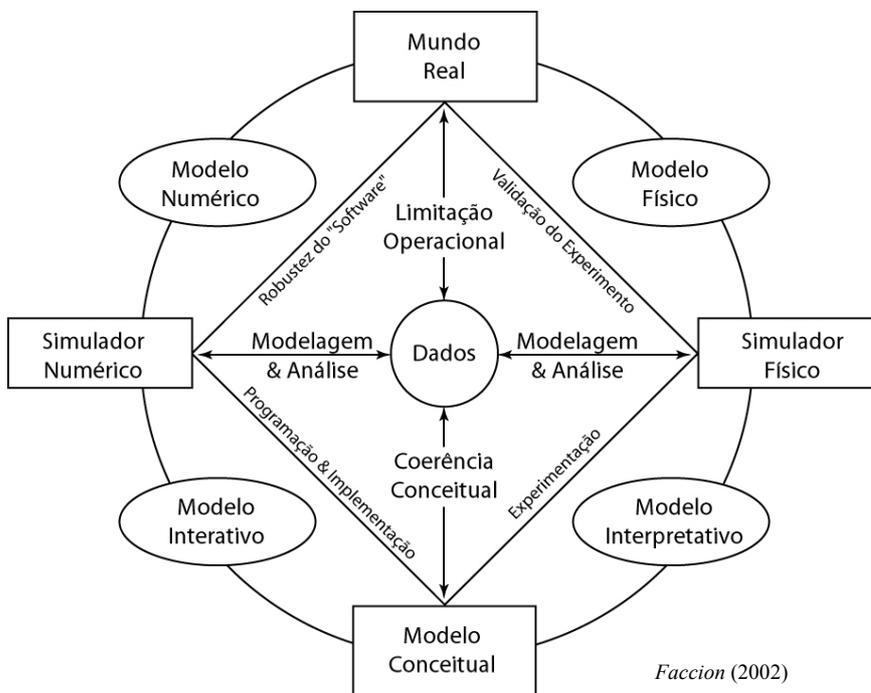
1

Introdução

A geologia sedimentar (Sedimentologia e Estratigrafia) é o estudo dos produtos dos processos físicos, químicos e biológicos atuantes na superfície da Terra não só no presente como também ao longo de toda a sua evolução. Em função disso, a geologia sedimentar pode ser aplicada em diversos campos, como, por exemplo, no estudo da formação de materiais de construção, combustíveis fósseis, fosfatos para agricultura, entre outros.

Suas premissas se estendem também para a origem e evolução das bacias sedimentares, onde são estudados os processos tectônicos responsáveis pela gênese e evolução dos diferentes tipos de bacias sedimentares atualmente classificados (Popp, 1998).

Um dos focos principais da geologia sedimentar reside em determinar os parâmetros e processos pelos quais as bacias sedimentares são preenchidas, conjunto este de fatores implícitos no conceito de modelo geológico (Faccion, 2002). Em geologia, os modelos que descrevem tais fenômenos podem ser dos seguintes tipos (figura 1.1):



Faccion (2002)

Figura 1.1 – Tipos de modelos geológicos e processos envolvidos.

- **Conceitual:** teórico, baseado em premissas e descrições qualitativas;

- **Interpretativo:** baseado na correlação de dados e associação espacial de unidades geológicas de modo a testar um modelo conceitual;
- **Físico:** busca a representação de um fenômeno geológico em um experimento ou em um simulador físico, sob condições quantitativamente controladas;
- **Matemático:** baseados em algoritmos numéricos, geralmente computacionais, buscam reproduzir a geometria deposicional/estrutural e a coerência quantitativa de um modelo geológico.

Ao manejar questões simples, a utilização e formulação de um modelo conceitual ou mesmo interpretativo pode ser suficiente. Entretanto, para situações que envolvem sincronismo ou respostas quantitativas, os benefícios da modelagem numérica são ressaltados, e suas principais vantagens são:

- a) Fornecer respostas qualitativas coerentes para situações complexas;
- b) Gerar respostas quantitativas para problemas simples;
- c) Dar coerência qualitativa e quantitativa a modelos interpretativos.

Este último item é uma das maiores vantagens da modelagem numérica e computacional, uma vez que os modelos conceituais e/ou interpretativos tendem a permitir níveis de incerteza que muitas vezes comprometem a precisão ou até mesmo a consistência de uma solução final.

A modelagem pode partir de um conjunto de parâmetros e processos determinados e com eles chegar a uma arquitetura sedimentar final (modelagem direta – figura 1.2) ou partir de uma geometria conhecida e obter os processos e parâmetros que determinaram aquela geometria (modelagem inversa – figura 1.2). Neste último caso os processos e parâmetros são obtidos utilizando, por exemplo, técnicas de *backstripping* ou balanceamento de seção (Ferraz, 1993).

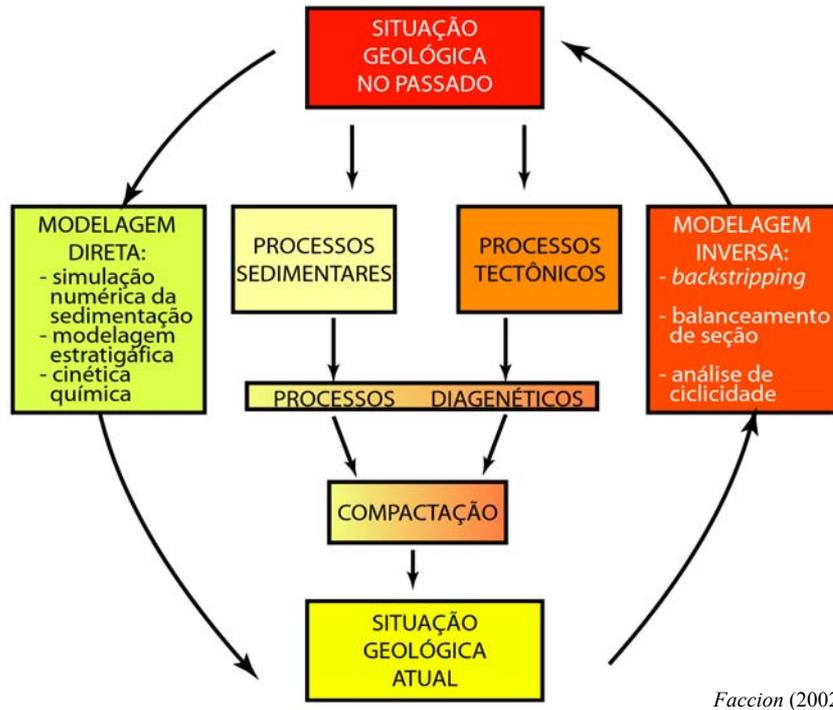


Figura 1.2 - Classificação dos Programas de Simulação Numérica em Geologia quanto ao sentido da Modelagem.

Na modelagem direta, onde este trabalho está inserido, o ponto de partida são as condições iniciais (por exemplo, a paleosuperfície deposicional de uma seqüência) e os processos, ou seja, as direções de transporte, taxa de subsidência, ciclos sedimentares, representados por suas variações (taxas) ao longo do tempo geológico.

1.1

Histórico da Simulação Numérica em Geologia (Modelagem Direta)

As definições dos conceitos da estratigrafia foram fundamentais para determinar a evolução computacional da modelagem sedimentar numérica. Historicamente, os conceitos da estratigrafia podem ser dividido em duas fases. Na primeira fase, que se deu do início da década de 40 ao final da década de 60, foram formulados os conceitos da estratigrafia clássica. Na segunda fase, que aconteceu no final da década de 70 e início da década de 80, foram desenvolvidos os conceitos e definições da Sismoestratigrafia e da Estratigrafia de Seqüências (Fávera, 2001). As interpretações dos dados sísmicos feitas utilizando tanto a Sismoestratigrafia quanto a Estratigrafia de Seqüências permitiram a formação

dos conceitos quantitativos sobre as variações de um pequeno conjunto de parâmetros de segunda e terceira ordens (variações eustáticas do nível do mar, subsidência e aporte sedimentar) como mecanismos de controle primário da arquitetura dos estratos sedimentares.

O desenvolvimento dos algoritmos numéricos são posteriores à segunda fase e tem como base conceitual não só as teorias clássicas desenvolvidas na primeira fase, mas principalmente os conceitos quantitativos que foram estudados na Sismoestratigrafia e na Estratigrafia de Seqüências, sendo fundamentais para o desenvolvimento numérico dos processos de sedimentação. Por sua vez, observações feitas em escala de afloramento permitiram identificar os efeitos dos ciclos de menor periodicidade e de frequência mais alta na ordem das variações climáticas relacionadas com os ciclos orbitais, ou Ciclos de Milankovitch como mostra a Figura 1.3 (Faccion, 2002).

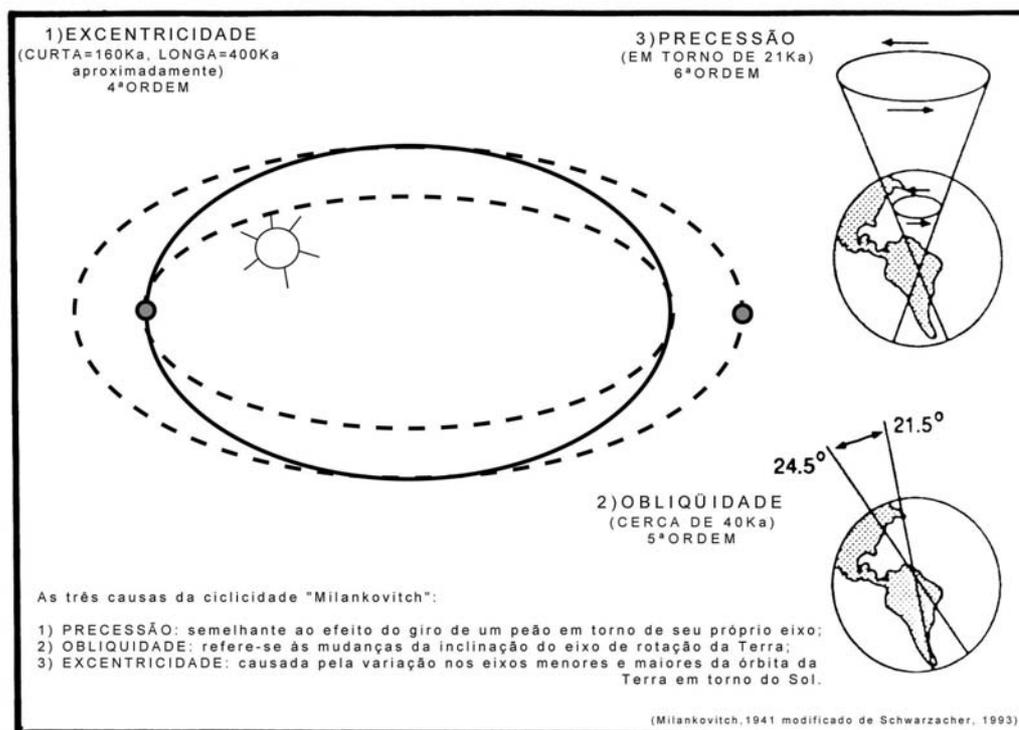


Figura 1.3 - Os Ciclos Orbitais de Milankovitch.

Dentre os principais algoritmos numéricos podem-se destacar os desenvolvidos por Helland-Hansen *et al.* (1988), que utilizou um algoritmo geométrico, criando a primeira versão do programa *SEDPACK*, na Universidade da Carolina do Sul (Figura 1.4). O trabalho pioneiro visava estudar as oscilações das

taxas de acumulação de sedimentos em margem continental em função das taxas de subsidência e de variações eustáticas (variações do nível do mar).

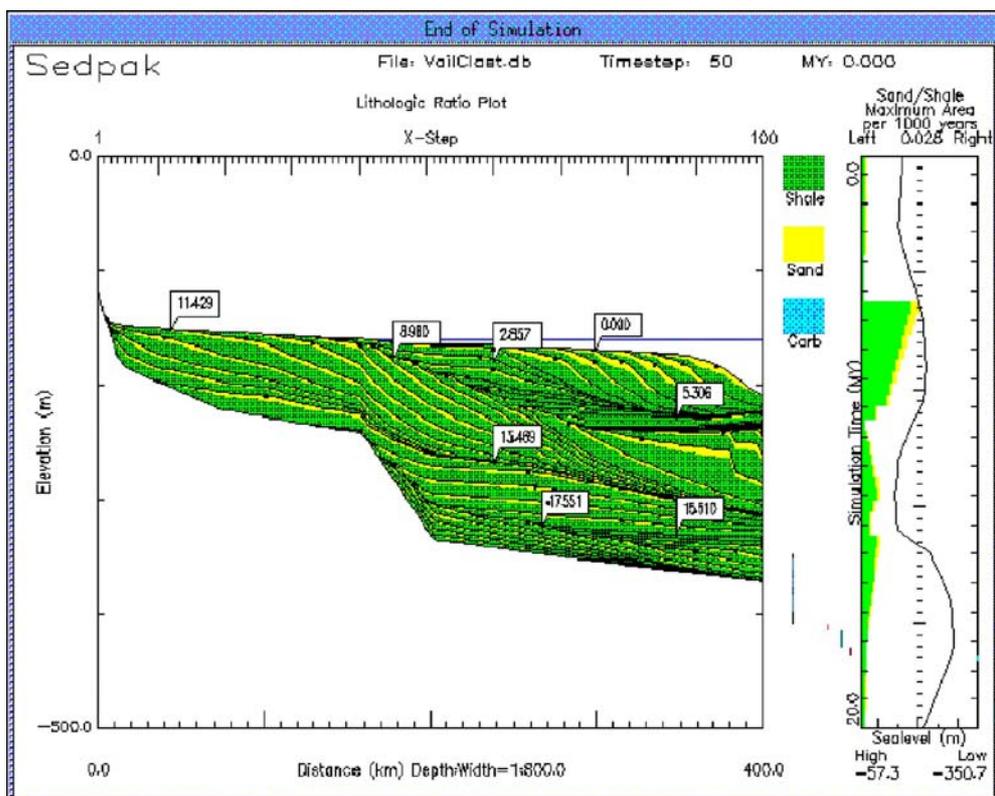


Figura 1.4 - Simulação de Sedimentação Siliciclástica com o SEDPAK.

Jervey (1988) utilizou um simulador numérico baseado na equação da difusão para demonstrar os princípios da Estratigrafia de Seqüências (figura 1.5).

Tetzlaff & Harbaugh (1989), utilizando um algoritmo baseado na equação de fluxo (*Navier-Stokes*), desenvolveram o programa *SEDSIM* (figura 1.6), para simulação de sedimentação siliciclástica (sedimentos formados principalmente por fragmentos detríticos originados pela erosão de áreas fonte emersas), aperfeiçoado por Martinez & Harbaugh (1993) para aplicação em ambiente plataformal misto (siliciclástico e carbonático).