

**Universidade de São Paulo  
Instituto de Geociências**

**GSA0463-Geologia do Petróleo**

Professores: André Oliveira Sawakuchi  
Andre Marconato

### **Objetivo**

O curso visa o estudo de sistemas geradores de petróleo e gás natural em bacias sedimentares, métodos de exploração de petróleo e gás natural e sistemas petrolíferos das bacias sedimentares brasileiras.

### **Programa Resumido**

História da indústria do petróleo. Reservas, produção e consumo de petróleo no Brasil e no mundo. Elementos e processos do sistema petrolífero. Métodos geoquímicos e geofísicos aplicados à exploração petrolífera. Geologia das bacias sedimentares brasileiras. Emissões de carbono e mudança climática.

### **Programa**

#### **I. SISTEMA PETROLÍFERO**

**I.1. Petróleo e sistema petrolífero:** I.1.1. Propriedades físicas e químicas do petróleo e gás natural, grau API e classificação do petróleo. I.1.2. Definição de sistema petrolífero, elementos e processos do sistema petrolífero e exemplos de sistemas petrolíferos. I.1.3. Reservas convencionais e não-convencionais.

**I.2. Reservas não-convencionais:** I.2.1. Areias betuminosas (*tar sands*). I.2.2. Óleo e gás de folhelho (*oil and shale gas*). I.2.3. Gás biogênico (*shallow gas systems*) e gás de carvão (*coalbed methane*). I.2.4. Hidratos de gás (*gas hydrates*).

**I.3. Rochas geradoras:** I.3.1. Definição de querogênio e tipos de querogênio. I.3.2. Alteração térmica do querogênio em bacias sedimentares: diagênese, catagênese e metagênese (janela de geração de óleo e gás). I.3.4. Gás natural biogênico.

**I.4. Rocha reservatório:** I.4.1. Definição de rocha reservatório, porosidade e permeabilidade. I.4.2. Classificação de reservatórios e heterogeneidades sin-deposicionais e pós-deposicionais. I.4.3. Heterogeneidades e exemplos de reservatórios siliciclásticos. I.4.4. Heterogeneidades e exemplos de reservatórios carbonáticos.

**I.5. Migração primária e secundária de hidrocarbonetos:** I.5.1. Mecanismos de expulsão de hidrocarbonetos a partir da rocha geradora e eficiência do mecanismo de expulsão. I.5.2. Mecanismo de migração secundária e forças que controlam a migração secundária. I.5.3. Fatores determinantes dos caminhos de migração.

**I.6. Rocha selante e armadilhas para acumulação de hidrocarbonetos:** I.6.1. Definição de rocha selante, fatores que controlam a eficiência das rochas selantes. I.6.2. Acumulação de hidrocarbonetos em armadilhas, armadilhas estruturais, armadilhas estratigráficas e armadilhas hidrodinâmicas. I.6.3. Importância da época de formação das armadilhas.

#### **II. MÉTODOS DE EXPLORAÇÃO**

**II.1. Sísmica de reflexão:** II.1.1. Princípios e uso na exploração. II.1.2. Sismoestratigrafia e correlações estratigráficas.

**II.2. Dados gerados em poços:** II.2.1. Descrição de amostras de calha. II.2.2. Monitoramento de gases. II.2.3. Testemunhos.

**II.3. Métodos geoquímicos:** II.3.1. Perfis geoquímicos: dados de carbono orgânico total e pirólise *Rock-Eval* (S1, S2, IH, IP, Tmax). II.3.2. Reflectância de vitrinite. II.3.3. Diagramas de Van Krevelen e estimativa das quantidades de petróleo gerado e expulso por perfis geoquímicos.

**II.4. Perfilagem geofísica:** II.4.1. O ambiente de perfilagem. II.4.2. Perfil de calibre. II.4.3. Perfis de resistividade. II.4.4. Perfis de radioatividade. II.4.5. Perfis acústicos. II.4.6 Perfis sísmicos. II.4.7. Outros perfis. II.4.8. Determinação de volume poroso e avaliação de permeabilidade por perfis geofísicos. II.4.9. Equação de Archie e cálculo de reservas.

### **III. ESTRATIGRAFIA, ARCABOUÇO ESTRUTURAL E SISTEMAS PETROLÍFEROS DE BACIAS BRASILEIRAS**

**III.1. Bacias brasileiras:** idades, tipos e origem.

**III.2. Sinéclises:** exemplos das bacias do Solimões e Parnaíba.

**III.3. Bacias rifte:** exemplo das bacias do Recôncavo e Sergipe-Alagoas.

**III.4. Bacias de margem passiva:** exemplo das bacias da Foz do Amazonas e Santos.

### **IV. EMISSÕES DE CARBONO E MUDANÇA CLIMÁTICA**

**IV.1. Emissões antropogênicas de gases de efeito estufa:** fontes e histórico.

**IV.2. Mudança climática:** efeitos e projeções para o Brasil.

### **Aulas**

Segunda-Feira – 7:30-11:00hs

Aulas expositivas, leitura e discussão de artigos e exercícios.

Material de estudo disponibilizado no e-disciplinas (Moodle)

### **Critério de avaliação e datas**

a) Prova 1: 25/04/2023

b) Prova 2: 10/07/2023

c) Exercícios (E1, E2,...En)

Média final (Mf):  $[P1*0,3+P2*0,4]+[(E1+E2+...En)/n]*0,3]$

Aprovação: Frequência  $\geq 70\%$  e Mf  $\geq 5,0$

\*Recuperação (Frequência  $\geq 70\%$  e  $3,0 \leq Mf < 5,0$ ): Prova escrita abrangendo todo conteúdo do curso.

### **Bibliografia básica**

ALLEN, P.A. & ALLEN, J.R. 2005. Basin analysis - principles & applications. Blackwell Science, Oxford, 451 p.

HUNT, J.M. 1996. Petroleum Geochemistry and Geology. W. H. Freeman and Company, New York, 2a edição, 743 p..

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. 2019. World Energy Outlook. [www.iea.org](http://www.iea.org).

MAGOON, L.B. & DOW, W.G. (eds.). 1994. The petroleum system-from source to trap. AAPG Memoir, 60.

MILANI, E.J., RANGEL, H.D., BUENO, G.V., STICA, J.M., WINTER, W.R. CAIXETA, J.M., PESSOA NETO, O.C. 2006. Bacias sedimentares brasileiras – Cartas estratigráficas. Boletim de Geociências da Petrobrás 15(2).

**\*\*Artigos sobre temas específicos serão informados ao longo do curso.**

### **Periódicos**

*AAPG Bulletin, Marine and Petroleum Geology, Boletim de Geociências da Petrobras, Journal of Petroleum Science and Engineering, Journal of Gas Science and Engineering, Sedimentary Geology, Basin Research, Organic Geochemistry, International Journal of Coal Geology.*