

CADASTRAMENTO DE DISCIPLINAS - *Stricto Sensu*

Nome do Curso ou Programa: **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DINÂMICA DOS OCEANOS E DA TERRA - DOT**

**Nome da Disciplina:**

Ressonância Magnética Nuclear (RMN) de Baixo Campo - fundamentos e aplicações em petrofísica			
<b>Área da Disciplina:</b>	(X) <b>Geologia e Geofísica</b>	( ) <b>Ecologia Marinha</b>	
	( ) <b>Biogeoquímica</b>	( ) <b>Hidrografia</b>	
<b>Prof. Responsável:</b>	Rodrigo Bagueira		

Ministrada:     ME         DO         Ambos

**Carga Horária/Créditos**

Teóricos		Téorico-Práticos		Trabalho Orientado / Est. Superv.		Total	
Carga Horária	Nº de Créditos	Carga Horária	Nº de Créditos	Carga Horária	Nº de Créditos	Carga Horária	Nº de Créditos
<b>60</b>	<b>04</b>					<b>60</b>	<b>04</b>

**Ementa da Disciplina:**

*Introdução e Teoria* - Introdução à RMN, importância e aplicações. RMN de baixo campo. Spin e magnetismo nuclear. Aspectos históricos da RMN. Polarização e precessão nuclear. Interações entre spins. Difusão molecular. Teoria básica da relaxação em fluidos ( $T_1$  e  $T_2$ ) e relaxação induzida por difusão. Detecção do sinal de RMN (FID, eco de spin). Razão sinal/ruído, principais relações e promediação de sinais. Gradientes pulsados e difusão. Difusão restrita.

*Técnicas experimentais* - Fundamentos da dinâmica de spin. Determinação experimental de  $T_1$ ,  $T_2$  (inversão-recuperação, saturação progressiva, saturação-recuperação, CP e CPMG). Determinação experimental da difusão (difusão sobre gradiente natural e PFG-STE). O equipamento de RMN, instrumentação básica, tipos de magnetos, tipos de sondas, detecção em quadratura e ciclagem de fase. Processamento dos sinais (FID - transformada de Fourier; curvas de relaxação: ajuste discreto e multiexponencial - Inversão de Laplace em uma dimensão).  $T_1$  e  $T_2$  *logmean*.

*RMN e petrofísica* - Perfilagem por RMN (conceito *inside-out*, semelhanças e diferenças com a RMN convencional, principais arquiteturas das ferramentas). RMN em meios porosos, relaxação superficial e distribuição de tamanho de poros. Difusão em meios porosos, difusão restrita e gradientes internos. Petrofísica. Porosidade total e efetiva. Quantificação de fluidos por RMN ( $T_1$  e  $T_2$  de corte e SBVI). Permeabilidade por RMN (modelos SDR, Timur-Coates, outros).

*Técnicas multidimensionais* - Inversão de Laplace em duas dimensões, mapas  $T_1$ - $T_2$ ,  $T_1$ -D e D- $T_2$ . Tipificação de fluidos. Molhabilidade. Mapas  $T_2$ - $T_2$ . Conectividade e tortuosidade do sistema poroso por RMN.

*Métodos computacionais* - Rochas digitais e simulação do sinal de RMN. Caminhantes aleatórios e difusão molecular. Determinação da relaxatividade superficial. Distribuições de tamanhos de poros por RMN.

*Outras aplicações* - Aplicações a reservatórios não-convencionais. Crioporometria. Técnicas de estado sólido.

*Interpretação de Perfis RMN* – Perfilagem por RMN. Distribuição de poros, permeabilidade, saturação de água irreduzível, identificação de hidrocarbonetos e viscosidade do óleo. Aplicações em Rochas Siliciclásticas e Carbonáticas. Rock-Typing. Exemplos de aplicação e estudo de casos.

**Objetivo:** Este curso é uma síntese teórica e prática do uso da RMN em petrofísica (laboratorial e perfilagem), envolvendo desde a introdução à física do fenômeno, até a discussão de casos reais de integração rocha-perfil e outras aplicações

**Avaliação:** Apresentação de seminário.

**Bibliografia Recomendada:**

**1 - NMR Logging Principles and Applications** - Halliburton Energy Services. Gulf Professional Publishing - p.234 (2001).

**2 - Nuclear Magnetic Resonance (Handbook of Geophysical Exploration: Seismic Exploration)** - K.-J. Dunn, D.J. Bergman, G.A. LaTorraca. Pergamon - p.312 (2002).

**3 - Methods in the Physics of Porous Media - Volume 35 (Experimental Methods in the Physical Sciences)** - Po-Zen Wong. Academic Press - p.485 (1999).

**4 - Advanced Petrophysics: Volume 1: Geology, Porosity, Absolute Permeability, Heterogeneity, and Geostatistics** – Ekwere J. Peters, Live Oak Book Company - p. 733 (2012).

**Bibliografía Complementar:**

**1- Spin Dynamics: Basics of Nuclear Magnetic Resonance** - Malcolm H. Levitt. Wiley – 2 ed. - p.744 (2008).

A SER PREENCHIDO PELA PROPP	Código da Disciplina:								
		SIGLA		Nº DE CRÉD.		SEQ. POR ÓRGÃO			