

**CURSO:** PRODUTOS DE OPERADORES E MATRIZES DE DENSIDADE EM RMN – APLICAÇÕES EM SEQUÊNCIAS DE PULSOS

**PROFESSOR:** Roberto Köpke Salinas (IQ-USP)

**LIMITE DE VAGAS:** não há

**PRÉ-REQUISITOS RECOMENDADOS:** curso BASES MATEMÁTICAS E FÍSICAS PARA A RMN e curso BASES QUÂNTICAS DA RMN E O FORMALISMO VETORIAL PARA SUA DESCRIÇÃO.

**OBJETIVOS:** apresentar a teoria do formalismo de produtos de operadores e matrizes de densidade aplicados à RMN para a compreensão dos experimentos mais utilizados em RMN por sequências de pulsos

## **PROGRAMA**

### **1. Introdução ao formalismo do produto de operadores**

- Exemplo de uma partícula de spin  $\frac{1}{2}$  na presença de um campo magnético uniforme e estático
- Matriz de densidade
- Magnetização no equilíbrio
- Equação de von Neumann
- Transformação de referencial
- Solução da equação de von Neumann no caso de um campo magnético constante
- Solução da equação de von Neumann na presença de um campo de RF
- Sistemas de spin acoplados
- Limite de acoplamento fraco
- Formalismo de produtos de operadores (PROF): Definições gerais e operadores de spin para um sistema desacoplado.
- PROF: Experimentos de um pulso de  $90^\circ$  e de  $180^\circ$
- PROF: Experimento de Spin Echo
- PROF: Operadores de spin para um sistema acoplado.
- PROF: efeito do bloco *spin echo* num sistema acoplado
- PROF: INEPT
- PROF: Reverse INEPT
- RMN bi-dimensional – NOESY
- COSY
- Ciclagem de fase ou gradientes de campo magnético Entendendo a seleção dos caminhos de coerência.

- Coerências do tipo *multiple-quantum*: não-observáveis, mas de fundamental importância para a realização de diversos experimentos.
- DQF-COSY e INADEQUATE.
- HMQC, HMBC, HSQC e SE-HSQC

## **BIBLIOGRAFIA**

---

1. Keeler, J.; *Understanding NMR Spectroscopy*, Wiley, New York, 2010.
2. Cavanagh, J.; Fairbrother, W. J.; Palmer III, A. G.; Rance, M.; Skelton, N. J.; *Protein NMR Spectroscopy*, Academic Press Inc., San Diego, 2006.