



Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia  
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro  
SECRETARIA ACADÊMICA/REITORIA

## PROGRAMA ANALÍTICO DE DISCIPLINA

Disciplina: PCN1717 - Fototérmica Aplicada

CCT/LCFIS - Laboratório de Ciências Físicas

Início: 2022/2

Pré-requisito(s): não tem

Co-requisito(s): não tem

Equivalência(s): não tem

Carga horária: 119 (34 teóricas , 34 práticas, 51 extraclasse)

Créditos: 4

Tipo de aprovação: Média/Frequência

### EMENTA

Abordagem dos aspectos fenomenológicos do Efeito Fototérmico e da solução da Equação de Difusão de Calor para casos particulares. Contempla aulas teóricas e práticas experimentais, distribuídas entre os seguintes temas:

- 1) Perspectiva Histórica;
- 2) Ondas Térmicas e o Efeito Fototérmico;
- 3) Solução da Equação de Difusão de Calor;
- 4) Instrumentação e Técnicas de Detecção;
- 5) Determinação de Propriedades Térmicas por Técnicas Fototérmicas;
- 6) Aplicações de Técnicas Fototérmicas.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. História da área de fototérmica. O fotofone de Bell. O início com a fotoacústica. Conceito de onda térmicas.
2. Geração óptica de onda térmicas. Efeito Fototérmico. Atenuação de ondas térmicas.
3. Equações diferenciais de 1ª e 2ª ordem homogêneas, não-homogêneas e condições de contorno (breve revisão).
4. Fenômenos térmicos transientes. Equação de difusão de calor. Aproximação de absorção superficial e condições ópticas e térmicas dos materiais. Soluções particulares.
5. Introdução dos parâmetros térmicos dinâmicos difusividade, efusividade e condutividade. Relações entre esses parâmetros e o calor específico e a densidade.
6. Equação de difusão de calor com absorção de Beer. Condições ópticas e térmicas dos materiais. Soluções particulares.
7. Eq. de difusão de calor em 3D com simetria azimutal.
8. As técnicas fototérmicas. Fotoacústica. Obtenção de espectros ópticos de materiais. Célula aberta (OPC). Detecção fotopiroelétrica e piezoelétrica. Piroelétricos como sensores de calor e temperatura. Radiometria infravermelho. Deflexão de feixe (efeito miragem). Lente Térmica. Microscopia fototérmica de reflexão. Ressonância Magnética Modulada Fototermicamente.
9. Fontes de excitação (Lâmpada e Laser), contínuas e pulsadas. Moduladores mecânicos e opto-acústicos. Monocromadores (grades de difração, filtros de ordem superior, etc). Elementos óticos (Filtros, Espelhos, Lentes e outros). Detectores (Fotodiodos, Fotomultiplicadora e outros).
10. Detecção síncrona: princípio de funcionamento. Amplitude e fase da onda de propagação. Valor médio e valor RMS. Lock-in vs. Osciloscópio (configurações, aquisição, cuidados).
11. Experimento Fototérmico 1
12. Experimento Fototérmico 2
13. Experimento Fototérmico 3
14. Experimento Fototérmico 4



Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia  
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro  
SECRETARIA ACADÊMICA/REITORIA

## BIBLIOGRAFIA

1. D.P. Almond e P. M. Patel, *Photothermal Science and Techniques*, Chapman & Hall (1996).
2. A. Rosencwaig, *Photoacoustics and Photoacoustic Spectroscopy*, John Wiley & Sons (1980).
3. M. Chirtoc and G. Mihăilescu, Theory of the pyroelectric method for investigation of optical and thermal materials properties, *Phys. Rev. B* 40 (14), 9606-9617 (1989).
4. H. Vargas and L.C.M. Miranda, Photoacoustic and related photothermal techniques, *Phys. Rep.* 161 (2), 43-101 (1988).
5. J. de R. Pereira, E.C. da Silva, A.M. Mansanares and L.C.M. Miranda, Simultaneous determination of the thermal properties for liquids and pasty materials from photopyroelectric measurements, *Analytical Sci.* 17, 172 (2001).
6. A.O. Guimarães, D.A. Viana, T.C Cordeiro, J.A. Sampaio, E.C. da Silva, R. Toledo, H.J.P.S. Ribeiro, A.A.G. Carrasquilla, H. Vargas, On the use of photothermal methods for thermal characterization of sedimentary rocks from the Paraná Basin in Brazil, *Marine and Petroleum Geology* 43, 121-126 (2013).
7. A.O. Guimarães, F.A.L. Machado, E.C. da Silva, A.M. Mansanares, Investigating thermal properties of biodiesel/diesel mixtures using photopyroelectric technique, *Thermochimica Acta* 527, 15-130 (2012).
8. A.O. Guimarães, F.A.L. Machado, E.C. da Silva, A.M. Mansanares, Thermal effusivity and thermal conductivity of biodiesel/diesel and alcohol/water mixtures. *Int. J. Thermophys.* 33, 1842-1847 (2012).
9. R.C. Mesquita, A.M. Mansanares, E.C. da Silva, P.R. Barja, L.C.M. Miranda, H. Vargas, Open Photoacoustic Cell: applications in plant photosynthesis studies. *Instrum. Sci. Tech.* 34, 33-58 (2006).
10. J.A. Batista, D. Takeuti, A.M. Mansanares, E.C. da Silva, Contrast and sensitivity enhancement in Photothermal Reflectance Microscopy through the use of specific probing wavelengths: applications to microelectronics. *Analytical Sciences* 17, 73-75 (2001).
11. M.E. Soffner, J.C.G. Tedesco, F. Pedrochi, G.Z. Gadioli, M.A.B. de Moraes, A.O. Guimarães, E.C. da Silva, A.M. Mansanares, Photothermally modulated magnetic resonance applied to the study of the magnetic phase transition in gadolinium thin films, *Thin Solid Films* 520, 3634-3640 (2012).
12. T.C. Cordeiro, M.E. Soffner, A.M. Mansanares, E.C. da Silva, Photothermally modulated magnetic resonance using a light access microwaves cavity: influence of skin depth and of photo-inject carriers, *J. Appl. Phys.* 124, 163901 (2018).