

**Americo Sheitiro Tabata**

Faculdade de Ciências de Bauru  
 Universidade Estadual Paulista (Unesp)  
 Processo 1997/06132-1  
 Vigência: 1/1/1998 a 30/6/2004

Nos anos 1980, um grande esforço foi feito no Brasil no intuito de implantar uma infraestrutura para o desenvolvimento da área experimental da física de materiais semicondutores. Várias máquinas de crescimento foram adquiridas pelas maiores universidades do país (USP, Unicamp, UFMG). Agora, nos anos 1990, essas máquinas estão em estado operacional. Embora tais universidades possuam seus respectivos laboratórios de caracterização, essas máquinas podem ainda crescer um número maior de amostras para laboratórios essencialmente de caracterização. Este plano de pesquisa tem, assim, como objetivo a implementação de um laboratório de caracterização óptica (fotoluminescência de excitação), utilizando para isso uma infraestrutura já existente no Departamento de Física da Universidade Estadual Paulista – *Campus* Bauru. O departamento deverá instalar, com recursos da FAPESP, um laboratório de caracterização óptica pela técnica de fotoluminescência. A proposta visa à complementação desse laboratório com a compra de mais alguns equipamentos para a montagem da técnica da espectroscopia de fotoluminescência de excitação (PLE), que dará ao laboratório uma versatilidade ainda maior. De mais importante terá que se adquirir um laser de titânio-safira e um monocromador duplo de alta resolução. Quanto à parte científica, serão analisadas amostras crescidas por MBE no Laboratório de Novos Materiais Semicondutores do Departamento de Física dos Materiais Mecânicos da Universidade de São Paulo. De início, o interesse está nas propriedades estruturais de sistemas não dopados no conjunto GaAs/GaAlAs/InGaAs, com o estudo da influência de alguns parâmetros de crescimento na qualidade cristalina de tais amostras. Posteriormente, serão estudadas estruturas mais complexas do tipo Hemt (High Electron Mobility Transistor), que são estruturas de modulação de dopagem utilizadas atualmente nos transistores que apresentam o melhor desempenho em termos de mobilidade e por consequência em termos de velocidade de operação. O estudo de tais estruturas se justifica tanto por sua importância tecnológica como também pelo aspecto de fenômenos físicos associados a tais estruturas dopadas. Fenômenos como o Fermi *edge singularity*, efeito Hall quântico inteiro e fracionário, excitação coletiva do mar de Fermi (*shake-up*) etc.

403

**Caracterização óptica de heteroestruturas semicondutoras crescidas por CBE****José Brás Barreto de Oliveira**

Faculdade de Ciências de Bauru  
 Universidade Estadual Paulista (Unesp)  
 Processo 1996/11813-5  
 Vigência: 1/7/1997 a 30/9/2001

O projeto consiste em montar o laboratório de medidas ópticas, com ênfase em fotoluminescência (PL), e dedicá-lo à caracterização de interfaces de heteroestruturas semicondutoras III- V, crescidas por CBE. As amostras a serem analisadas são múltiplos poços quânticos fabricados com os sistemas InGaAs/GaAs, InGaAs/InP e InGaP/GaAs. Os parâmetros de crescimento serão variados e controlados, sistematicamente, em cada conjunto de amostras. As propriedades das interfaces serão analisadas através da análise da forma de linha da PL, energias das emissões, extrínsecas no poço etc. Os resultados serão comparados com os obtidos por outras técnicas e relacionados com os procedimentos realizados e então usados para orientar o crescimento de novos conjuntos de amostras.

404

**Métodos matemáticos em física de partículas elementares****Álvaro de Souza Dutra**

Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá  
 Universidade Estadual Paulista (Unesp)  
 Processo 1996/11747-2  
 Vigência: 1/5/1997 a 30/4/2000

Neste projeto são abordados vários aspectos da física de partículas elementares em  $2 + 1$  e  $1 + 1$  dimensões, por meio do uso de diferentes métodos e formalismos matemáticos como teoria quântica de campos (subprojetos 1 e 2), sistemas vinculados (subprojeto 3), mecânica quântica não relativística e cálculos numéricos (subprojetos 4 e 5), equações de Schwinger-Dyson (subprojeto 6), aspectos de simetria quiral (subprojeto 7) e aspectos de teoria quântica de campos a temperatura finita (subprojeto 8). Um aspecto relevante das partículas de estatística intermediária (*anions*) em  $2 + 1$  dimensões é o conhecimento do tipo de força, repulsiva ou atrativa, que existe entre tais partículas a curtas distâncias. Esse conhecimento pode ser útil na compreensão do problema de hierarquia no efeito Hall quântico fracionário. No subprojeto 1, por meio de técnica padrão em teoria de campos como o cálculo de diagramas de Feynmann, a interação a curtas distâncias de *anions* formados a partir de partículas de *spin* um ( $s = 1$ ) será estudada e comparada com resultados já obtidos para  $s = 0$  e  $s = 1/2$ . Note-se que tal estudo será muito importante, pois os resultados da literatura indicam que a existência de estados ligados de *anions* (força atrativa) estranhamente depende do tipo de partícula utilizada como base na

sua formulação. Evidentemente, termos com derivadas superior a dois na lagrangiana podem ser importantes para a interação a curtas distâncias (altos momentos) citada acima. Seria portanto relevante estudar possíveis generalizações da teoria de Maxwell-Chern-Simons em  $2 + 1$  dimensões, utilizada na construção de *anions*, envolvendo termos com derivadas de ordem mais alta. A autoconsistência de tais modelos (existência ou não de táquions e fantasmas no espectro físico) não está *a priori* assegurada, especialmente quando acoplamos tal teoria a um campo eletromagnético que é o objetivo do subprojeto 2 que também utiliza técnicas padrões de teoria de campos. Outro problema fundamental da física aniônica é a existência de *anions* relativísticos como partículas livres. Baseados em hipóteses que posteriormente se revelaram extremamente restritivas, concluímos recentemente que a existência de tais partículas era incompatível com invariância translacional. O objetivo do subprojeto 3 é flexibilizar as hipóteses feitas anteriormente e atacar novamente o problema do ponto de vista de primeira quantização relativística, usando o formalismo de Dirac para sistemas vinculados. Com relação aos subprojetos 4 e 5 é importante salientar que estes estão intimamente relacionados. O problema de dois *anions* do subprojeto 4 dá origem a uma equação de Schroedinger cujo potencial, após mudanças de variáveis, é do tipo anarmônico com barreira centrífuga:  $V(x) = ax^2 + bx^4 + cx^6 + dx^{-2}$ . O potencial anarmônico  $V(x) = ax^2 + cx^6$  já está sendo estudado no subprojeto 5 por meio de técnicas numéricas e analíticas. Uma expressão analítica para os autovalores da energia será obtida com base numa simetria de escala que permite uma expansão de acoplamento forte dos autovalores. O subprojeto 6 corresponde a um projeto que se encontra em fase de conclusão onde determinaremos o conteúdo físico de um modelo de superautovalores recentemente descoberto. Este modelo corresponde, supostamente, à generalização supersimétrica do modelo de Ising bidimensional em redes randômicas, isto é, o modelo de Ising acoplado à gravitação bidimensional em duas dimensões. A análise do conteúdo físico do modelo será feita por meio do estudo das equações de Schwinger-Dyson do mesmo, o que permitirá o cálculo dos expoentes críticos que caracterizam fisicamente o modelo. O subprojeto 7 trata do estudo e generalização, de forma a incluir campos de Gauge, de uma lagrangiana não local para férmions massivos que exibem simetria quiral. A motivação é construir uma lagrangiana efetiva para quarks leves a exemplo de outra já existente para quarks pesados. Por fim, o subprojeto 8 contém tópicos de teoria quântica de campos a temperatura finita que consideramos relevantes no assunto, tais como: questões de analiticidade de lagrangianas efetivas a temperatura finita e restauração de simetria quiral em um plasma de quarks e glúons.

405

### Processamento e caracterização de compósitos Ag/Bi:Sr:Ca:Cu:O para a obtenção de fitas supercondutoras de alta TC

Dayse Iara dos Santos

Faculdade de Ciências de Bauru

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Processo 1996/11737-7

Vigência: 1/9/1997 a 30/9/2003

Desde 1986, por razões altamente estratégicas, a pesquisa em supercondutores cerâmicos tem avançado muito, tanto na física básica quanto no desenvolvimento tecnológico. Na área da tecnologia, dentre as formas de aplicação do material, destaca-se a fita supercondutora. Segundo E. E. Hellstron, o sistema Bi:Sr:Ca:Cu:O (BSCCO) tem sido o melhor para essa forma de processamento, devido à manutenção de suas propriedades supercondutoras ao longo de uma faixa mais extensa de campo magnético e devido à sua baixa toxicidade. No último Encontro Brasileiro de Supercondutividade (Rio de Janeiro, RJ, 31 de novembro a 08 de dezembro de 1996), muitos trabalhos apresentados mostraram as possíveis aplicações desses supercondutores, como, por exemplo: bobinas geradoras de campo magnético, armazenadores de energia, fios de transmissão, geradores de movimento para transporte de passageiros etc. De modo geral, consideram-se a real viabilidade de sua aplicação e os avanços em termos de densidade de corrente crítica dos últimos dez anos, a saber: a partir de  $J_c = 10 \text{ A / cm}^2$  ao atual  $J_c = 20.000 \text{ A / cm}^2$  em autocampo e 77 K, em uma fita de Bi-2223/Ag com 1.080 m de comprimento (Sumitomo Electric). O objetivo deste projeto é o desenvolvimento de fitas do composto Ag/BSCCO utilizando a prata não só como substrato (ou tubo), na técnica *powder in tube*, como também como elemento formador da cerâmica (intergrãos). Este trabalho tem em vista sua aplicação e terá como base uma experiência anterior em filmes espessos sobre substratos de prata. Além de sua fabricação, a qual envolverá o estudo dos tratamentos térmicos e mecânicos para um bom produto final, também será realizada a sua caracterização elétrica, magnética e estrutural.

406

### Propriedades de equilíbrio e elásticas da rede de vórtices de supercondutores anisotrópicos de espessura finita

Edson Sardella

Faculdade de Ciências de Bauru

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Processo 1996/11308-9

Vigência: 1/9/1997 a 31/7/2000

Este projeto pretende calcular a energia livre do estado misturado de supercondutores anisotrópicos de