

4 Conclusões e Perspectivas

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões obtidas através dos experimentos descritos nos capítulos anteriores, assim como também as perspectivas de comparação e aplicação do novo padrão de referência metrológica de frequência.

4.1. Conclusões

No presente trabalho foram concluídas algumas etapas fundamentais, necessárias para o desenvolvimento de um novo padrão de referência em frequência, usando a radiação verde em 532 nm. É importante mencionar que este trabalho contou com uma etapa inicial de busca e seleção dos equipamentos e componentes a serem adquiridos, com características metrológicas adequadas às exigências para a estabilização da frequência de uma radiação contida na lista recomendada pelo CIPM.

As etapas experimentais concluídas são as seguintes:

Fixamos a montagem do padrão de referência, inicialmente, numa área de 60 cm x 100 cm no Laboratório de Interferometria da Divisão de Metrologia Óptica no Inmetro. O laser utilizado como fonte de radiação é um Nd:YAG comercial dobrado em frequência emitindo radiação em 1064nm e 532 nm.

Para colimar o feixe de 532 nm do laser Nd:YAG dentro da célula de iodo, foi construído um telescópio composto de duas lentes L1 e L2 com distâncias focais de 38,1 mm e 100 mm, respectivamente. Realizamos também a caracterização do laser Nd:YAG, ou seja a determinação da frequência/comprimento de onda em função da temperatura do cristal laser T_{LC} . A

temperatura estabelecida pelo fabricante de 25,5°C correspondente a princípio à transição R(56)32-0 se encontra em nosso laser ao redor de 29,2°C. Segundo o fabricante, isto pode às vezes acontecer. Foram observados e registrados exemplos de espectros de absorção das moléculas de iodo, sendo possível identificar em parte as transições R(56)32-0 e P(53)32-0. Seguindo a experiência de outros laboratórios de pesquisa (por exemplo, LNE/INM da França), a identificação inequívoca, tanto das transições finas como de suas componentes hiperfinas, pode ser feita aplicando uma rampa de alguns Volts na cerâmica PZT do laser e observando o espectro hiperfino num osciloscópio.

O aparato experimental de um sistema de resfriamento do dedo frio da célula de iodo foi montado. A caracterização de seus parâmetros de ajuste **PID** para otimização da regulação em temperatura foram realizadas com sucesso. O sistema de resfriamento a longo prazo (3 h) alcançou uma excelente estabilidade de $\pm 0.003^{\circ}\text{C}$ para uma temperatura de -13°C .

Foi necessário usar conexões de interface para os equipamentos, assim como desenhar programas na linguagem de programação Labview para a aquisição e registro de dados.

Não foi possível, no entanto concluir a montagem dos aparatos experimentais do Sistema Detecção eletrônica (SD) devido à complexidade requerida e ao curto tempo disponível para a culminação desta dissertação. Por outro lado, no momento estão sendo realizados testes de funcionamento destes aparatos eletrônicos individualmente para visualização de transições hiperfinas com a célula resfriada a -13°C .

4.2. Perspectivas

A principal perspectiva deste trabalho é a finalização da montagem do Sistema de Detecção eletrônica (SD) que permitirá a identificação do espectro hiperfino da transição recomendada R(56)32-0, e a detecção de sua componente

hiperfina a_{10} . Desta forma, com a estabilização do laser nessa componente hiperfina, e estudos de parâmetros de influencia tais como potência do laser dentro da célula, temperatura de resfriamento, amplitude de modulação do laser,...etc, será realizado o novo padrão de referencia metrológica de frequência laser em torno de 532 nm, representando assim **o primeiro padrão primário construído no Brasil** na área de Comprimento/Frequência em torno de 532 nm.

As características metrológicas tais como a exatidão e estabilidade deste sistema padrão serão analisadas através de uma intercomparação com outros sistemas padrão laser do mesmo tipo. Este procedimento é necessário para a determinação relativa do valor da frequência da nova referência, e assim estabelecer sua rastreabilidade dentro da cadeia metrológica de frequência.

As dimensões deste novo padrão serão compactadas de forma tal que seja transportável, facilitando assim o seu uso em várias aplicações, bem como em comparações internacionais.

O novo padrão de frequência em 532 nm junto com o padrão existente em 633 nm substituirá as lâmpadas espectrais que são usadas no Inmetro como fontes de radiação para calibrar blocos padrão. As lâmpadas espectrais apresentam desvantagens em comparação aos lasers (baixa coerência), o que aumenta a incerteza de medição dos artefatos, principalmente na questão da leitura das franjas de interferência. Os lasers poderão sanar esta deficiência na medição. Outra aplicação do novo padrão em 532 nm é a possibilidade de usá-lo como referencia para novos projetos como “Pentes de frequência”, na área de Tempo e Frequência.