PESQUISA/INICIAÇÃO CIENTÍFICA - PESQUISA/ INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ESTUDO DE PROTOCOLOS NÃO-CLÁSSICOS UTILIZANDO SISTEMAS QUÂNTICOS DE DOIS NÍVEIS

Geovani Almeida Freitas De Souza
(geovani.souza067@academico.ufgd.edu.br)

Este trabalho de iniciação científica insere-se no campo da física teórica, com foco em metrologia quântica, a ciência que visa aprimorar a precisão na estimativa de parâmetros físicos. A pesquisa investiga como a manipulação ativa de um sistema quântico pode otimizar a extração de informação sobre seu ambiente. A metodologia se baseia na Informação de Fisher Quântica (IFQ), uma métrica fundamental que quantifica a sensibilidade máxima de um estado quântico à variações em um parâmetro desconhecido. A importância da IFQ reside em sua conexão direta com o limite de Cramér-Rao, um teorema que estabelece o limite inferior para a incerteza de qualquer estimativa. Portanto, maximizar a Informação de Fisher é intrinsecamente equivalente a maximizar a precisão potencial da medida. O sistema de estudo consiste em um único sistema de dois níveis - qubit, operando como uma sonda quântica em um estado térmico. A dinâmica da sonda é governada por sua interação com canais de ruído, especificamente o canal de Amplitude Damping (AD), que modela a dissipação de energia no zero absoluto, e sua forma Generalized Amplitude Damping (GAD), que descreve o relaxamento térmico a temperaturas finitas. O objetivo é estimar com alta precisão parâmetros do canal, como a temperatura do reservatório e a taxa de decaimento. A estratégia central para amplificar a sensibilidade metrológica envolve a aplicação de

medidas projetivas generalizadas não-comutativas. Diferentemente de uma medição padrão, este protocolo é controlado por duas variáveis arbitrárias, (p) e (q). O parâmetro (p) define a projeção do estado da primeira medida no qubit, Subsequentemente, o segundo processo de medida, o parâmetro (q). Uma medida projetiva generalizada força o sistema a colapsar para um dos estados da base de medição escolhida, após submetendo o sistema aos canais na intenção de caracterizar os parâmetros do canal. Ao variar (p) e (q), exploramos diferentes e incompatíveis não-comutativas formas de sondar o sistema. Os resultados demonstram que a quantidade de Informação de Fischer extraída é fortemente dependente da escolha dos parâmetros (p) e (q). Ao mapear a IFQ em função destes parâmetros, identificamos regimes operacionais onde a informação é maximizada. Isso se traduz diretamente em um ganho substancial na precisão da estimativa dos parâmetros do canal, revelando que a sondagem por meio de medições projetivas generalizadas é uma ferramenta para superar os limites de estratégias de medição passivas. Agradecemos ao CNPQ e a UFGD pela oportunidade e auxilio para a realização do trabalho.

Palavras-chave: física quântica; termodinâmica quântica; metrologia quânticas.