

Um estudo do Bit Quântico e Ruído Quântico

Maria Isabella Cabral Martins Rossi¹

Bacharelado em Matemática INMA/UFMS, Campo Grande, MS

Leandro Bezerra de Lima²

Orientador INMA/UFMS, Campo Grande, MS

1 Introdução

A mecânica quântica é a parte da física que descreve o comportamento de átomos e moléculas, no entanto, para nossos objetivos iremos considerá-la como a estrutura matemática para tratar o estudo proposto, cujos postulados foram desenvolvidos através de um longo processo de tentativa e erro. São eles: (1) Postulado do estado; (2) Postulado da evolução; (3) Postulado da medida e (4) Postulado da composição de sistemas [7, 8]. Em meados de 1980, o físico Richard Feynman [2], observou que certos efeitos da mecânica quântica não poderiam ser simulados eficientemente em computadores clássicos. Isso o levou a especular que talvez existisse um modelo de computação mais geral que pudesse simular de maneira eficiente os efeitos quânticos. A questão era saber como usar os efeitos quânticos para realizar tal procedimento. Em 1994, o matemático Peter Shor [9], surpreendeu o mundo descrevendo um algoritmo quântico para fatorar números inteiros em tempo polinomial, ou seja, de maneira eficiente. Esta descoberta atraiu experimentalistas e teóricos da mecânica quântica, além de ter impulsionado a área de computação e informação quântica [3, 5].

Existem várias maneiras para a representação física de um q-bit. Entretanto, direcionaremos nosso estudo apenas sobre a sua representação matemática [1, 4, 6]. Ou seja, um q-bit é um vetor unitário de \mathbb{C}^2 . Um estado arbitrário $|\psi\rangle$ nesse sistema pode ser descrito por

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle,$$

onde α e β são números complexos. A base $\{|0\rangle, |1\rangle\}$ é chamada de *base computacional* e o vetor $|\psi\rangle$ é chamado de uma *superposição* dos vetores $|0\rangle$ e $|1\rangle$, com *amplitudes* α e β (usaremos os termos vetor e estado indistintamente).

O nome q-bit vem do fato de que o bit quântico pode ser visto como uma generalização do bit clássico, que assume apenas 2 estados: 0 ou 1. A diferença entre eles é que um q-bit pode, além dos estados $|0\rangle$ e $|1\rangle$, assumir uma quantidade infinita de estados!

2 Resultados

Neste trabalho, iremos apresentar, utilizando conhecimentos básicos de álgebra linear (espaços vetoriais de dimensão finita com produto interno, autovalores, autovetores, transformações unitárias, produto tensorial, etc.) e geometria (transformações geométricas: rotação, contração, etc.), uma descrição matemática do sistema de dois níveis que é o bit quântico ou q-bit, e uma descrição

¹maria.rossi@ufms.br

²leandro.lima@ufms.br

dos cálculos necessários para a representação geométrica de vários tipos de ruídos quânticos [6]. Os ruídos quânticos podem ser vistos como os erros e perdas de informação presentes em qualquer sistema de processamento de informação quântica. Uma compreensão dos possíveis ruídos permitiria evitar (ou controlar) os efeitos do meio sobre o processamento de informação que o sistema realiza.

Referências

- [1] M. T. Amaral B. e Cunha. **O BIT QUÂNTICO: A matemática necessária para descrever o sistema mais simples que existe**. VIII Bienal da Sociedade Brasileira de Matemática. SBM, 2007.
- [2] R.P. Feynman. “Simulating physics with computers”. Em: **International Journal of Theoretical Physics** 34 (1982), pp. 467–488.
- [3] W. Gazzoni. “Estudo do emaranhamento quântico com base na teoria de codificação clássica”. Tese de doutorado. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Unicamp, 2008.
- [4] C. Lavor e V.S. Motta L.M. Carvalho. “Caracterização matemática e visualização da esfera de Bloch: ferramentas para computação quântica”. Em: **Tendências em Matemática Aplicada e Computacional** (2007).
- [5] L. B. Lima. “Contribuições em codificação no espaço projetivo e proposta de códigos quânticos de subespaços na grassmanniana”. Tese de doutorado. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Unicamp, 2017.
- [6] L.B. Lima. “Aplicações de Álgebra Linear em Ruídos Quânticos”. Dissertação de mestrado. Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, Unicamp, 2007.
- [7] M. A. Nielsen e I. L. Chuang. **Quantum computation and quantum information**. Cambridge Univeristy Press, 2000.
- [8] J. Preskill. **Quantum information and computation**. Lectures notes. California Institute of Technology, 1998.
- [9] P. W. Shor. “Algorithms for quantum computation: discrete logarithm and factoring”. Em: **In Proc. 35th Annual Symposium on Foundations of Computer Science** (1994), pp. 124–134.