

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ**

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**

**PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO - PIBITI**

**.**

RELATÓRIO PARCIAL

PARALELISMO DE PROCESSAMENTO: QUÂNTICO OU CONVENCIONAL?

**CURITIBA**

**2022**

#### Murilo Henrique Ghignatti

##### Ciência da Computação

##### Politécnica

PARALELISMO DE PROCESSAMENTO: QUÂNTICO OU CONVENCIONAL?

|  |  |
| --- | --- |
|  | Relatório Parcial apresentado à Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, sob orientação do Prof. **Altair Olavo Santin**. |

**CURITIBA  
2022**

**SUMÁRIO**

[1 INTRODUÇÃO 4](#_Toc57830827)

[2 OBJETIVO(S) 4](#_Toc57830828)

[3 MATERIAIS E MÉTODOS 4](#_Toc57830829)

[4 RESULTADOS PARCIAIS 5](#_Toc57830830)

[4.1 PROCESSOS E/OU PROCEDIMENTOS DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO - somente para projetos PIBITI 5](#_Toc57830831)

[5 ETAPAS FUTURAS 5](#_Toc57830832)

[6 REFERÊNCIAS 5](#_Toc57830833)

[ANEXOS 6](#_Toc57830834)

# 1 INTRODUÇÃO

A Computação Quântica é um tema que vem sendo muito estudado na

última década. Um computador quântico pode ser encarado como um computador

tradicional que pode acessar e manipular informação quântica (KNILL, 2010).

Uma maneira de tornar os computadores quânticos mais poderosos que os

tradicionais é a utilização de uma forma peculiar de inicialização de seus bits

quânticos (qubits), onde cada bit é inicializado com uma superposição de valores

de bits normais. Dessa forma ele pode ser 0, 1 ou uma superposição dos dois,

essa inicialização dos qubits é chamada de “mágica” (HOWARD et al., 2014).

Ao inicializar os qubits de forma “mágica” temos uma proporção onde o n

(número de qubits) é igual a 2^n bits, dessa maneira temos uma progressão

exponencial para os poderes computacionais dos computadores quânticos.

Com um computador quântico de 10 qubits o equivalente tradicional seria

1024 bits, já um computador com 13 qubits seria o equivalente a um computador

tradicional de 8.192 bits (ou 1 kilobyte).

Os computadores modernos possuem uma arquitetura de 64 bits, um

computador quântico com 64 qubits seria o mesmo que um computador tradicional

de aproximadamente 18 quintilhões (10^18) de bits.

Esse poder computacional bruto junto com a capacidade de paralelização

de operações pode ser utilizado para o processamento que pode ser

“infinitamente” paralelizado, mas que não funciona bem para todas as categorias

de aplicações que demandam paralelismo.

# 2 OBJETIVO(S)

O principal objetivo do projeto é comparar abordagens tradicionais com computação quântica para propor o melhor uso das abordagens que demandam poder computacional em aplicações do mundo real, seja convencional ou quântico. Este objetivo está alinhado ao item 1 do projeto do professor.

# 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Machine Learning (ML) tem como uma de suas definições ser um conjunto de métodos computacionais que visa melhorar a performance ou realizar predições utilizando experiência (MOHRI; ROSTAMIZADEH; TALWALKAR, 2018). Essa área está em relevância nos dias de hoje um exemplo seria os feeds de notícias personalizados utilizando ML para aprender os interesses de cada um de seus usuários (“News Feed ranking, powered by machine learning - Engineering at Meta,” [s.d.]). Possivelmente um dos primeiros projetos a utilizar ML foi criado por Arthur L. Samuel que tinha como objetivo jogar damas (SAMUEL, 1959), deste dia em diante vários estudos foram realizados para explorar o aprendizado de máquinas. Alguns algoritmos foram criados, um dos mais famosos deles são as Redes Neurais.

Redes Neurais são algoritmos que pertencem a um nicho específico de ML chamado de deep learning. Uma rede neural é composta por camadas de vértices (neurônios), a primeira camada é a camada de imputação, onde os dados entram no modelo, depois uma ou mais camadas ocultas que aplicam regressão linear nos valores e por fim uma camada de saída que retorna o valor de predição da rede. Cada neurônio possui arestas para os outros neurônios, cada aresta tem seu próprio peso que vai ser utilizado para a aprendizagem do modelo (“O que são Redes Neurais? - Brasil | IBM,” [s.d.]).

Computadores quânticos, como explicado na introdução desse artigo podem ser encarados como computadores clássicos com a habilidade de manipular informações quânticas.

Para começar a experimentar no mundo de computação quântica era preciso encontrar meios de escrever e testar códigos quânticos, para isso foram realizadas pesquisas no google como “Quantum Programming” e através dessas pesquisas foram encontrados 3 resultados principais: SilQ (“Silq - What is Silq?,” [s.d.]), Qiskit (“Qiskit,” [s.d.]) e Q# (“O que são a linguagem de programação Q# e o QDK? - Azure Quantum | Microsoft Docs,” [s.d.]), para decidir com qual ferramenta eu iria prosseguir na pesquisa foram feitos alguns experimentos seguindo a documentação de cada uma delas.

# 4 RESULTADOS PARCIAIS

A ferramenta escolhida para prosseguir com os experimentos foi a Qiskit, isso se deve ao fato de ter a fácil configuração para a execução em computadores quânticos reais e ser uma biblioteca do Python, uma linguagem de programação amplamente utilizada no mundo de Machine Learning. Desta maneira será uma implementação essencialmente próxima entre o algoritmo clássico e quântico, facilitando a comparação e aproximando ao máximo os resultados das métricas quando comparados.

## 4.1 PROCESSOS E/OU PROCEDIMENTOS DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO – somente para projetos PIBITI

Silq foi a primeira ferramente que foi testada, a documentação é um tanto precária e de difícil entendimento. Mal consegui compreender os exemplos dados pelo documento e decidi seguir para a próxima ferramenta.

Qiskit é uma biblioteca de python que permite construir circuitos quânticos de maneira fácil e abstrada, como um bônus ela permite a execução do seu código diretamente de computadores quânticos reais disponibilizados pela IBM, para utilizar essa ferramenta basta se cadastrar no site da ibm e configurar seguindo o passo a passo da documentação disponibilizada por eles. Segue um exemplo de código utilizando essa ferramenta: 

Q# foi criada pela Microsoft e é uma SDK de programação quântica extremamente interessante, ela tem a sintaxe parecida com C# e uma documentação ampla. Existe a possibilidade de usar essa SDK no Python. Segue um exemplo de código utilizando essa ferramenta: 

# 5 ETAPAS FUTURAS

Seguindo o cronograma, agora que o ambiente de experimentação está montado e a ferramenta de experimentação foi escolhida será implementado um algoritmo de Rede Neural simplificado para entender de maneira prática como o algoritmo funciona e estudar quais são as melhorias proporcionadas pela computação quântica e quais são sua limitações.

# 6 REFERÊNCIAS

**Aprendizagem Automática | Coursera**. Disponível em: <https://www.coursera.org/learn/machine-learning>. Acesso em: 29 jan. 2022.

HOWARD, M. et al. Powered by magic. **Nature 2014 510:7505**, v. 510, n. 7505, p. 345–347, 11 jun. 2014.

KNILL, E. Quantum computing. **Nature 2010 463:7280**, v. 463, n. 7280, p. 441–443, 27 jan. 2010.

MOHRI, M.; ROSTAMIZADEH, A.; TALWALKAR, A. Foundations of machine learning. 2018.

**News Feed ranking, powered by machine learning - Engineering at Meta**. Disponível em: <https://engineering.fb.com/2021/01/26/ml-applications/news-feed-ranking/>. Acesso em: 26 jan. 2022.

**O que são a linguagem de programação Q# e o QDK? - Azure Quantum | Microsoft Docs**. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/azure/quantum/overview-what-is-qsharp-and-qdk>. Acesso em: 29 jan. 2022.

**O que são Redes Neurais? - Brasil | IBM**. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/cloud/learn/neural-networks>. Acesso em: 29 jan. 2022.

**Qiskit**. Disponível em: <https://qiskit.org/>. Acesso em: 29 jan. 2022.

SAMUEL, A. L. Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. **IBM Journal of Research and Development**, v. 3, n. 3, p. 210–229, jul. 1959.

**Silq - What is Silq?** Disponível em: <https://silq.ethz.ch/>. Acesso em: 29 jan. 2022.

# ANEXOS

**OUTRAS ATIVIDADES REALIZADAS**

Para melhor entendimento do assunto um curso sobre machine learning providenciado pela faculdade de Stanford está sendo utilizado (“Aprendizagem Automática | Coursera,” [s.d.]).