

## **m-qCEdit: Uma proposta de Simulação de Circuitos Quânticos via Plataformas Móveis**

**GNUTZMANN, Pamela P.; MARON, Adriano K.; REISER, Renata H. S.;  
AGOSTINI, Luciano V.; PILLA, Maurício L.**

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico – CDTec  
{ppgnutzmann, akmaron, reiser, agostini, pilla}@inf.ufpel.edu.br

### **1 INTRODUÇÃO**

A Computação Quântica (CQ) (HANNEKE et. al., 2009), usufruindo de fenômenos previstos pela Mecânica Quântica (MQ) (KNILL, 2007), concebe algoritmos quânticos com desempenho exponencialmente maior que seus análogos clássicos. Entretanto, devido a atual inexistência de hardware escalável, esses algoritmos são desenvolvidos com o auxílio de modelos e simuladores quânticos para interpretação e testes. Entretanto estes modelos e simuladores nem sempre estão disponíveis para uso e desenvolvimento de novas aplicações.

O ambiente *VPE-qGM* (*Visual Programming Environment for the qGM Model*) (MARON et. al., 2010) é um simulador fundamentado no modelo *qGM* (*Quantum Geometric Machine*) (REISER, 2010), que disponibiliza um ambiente para modelagem e simulação distribuída de aplicações quânticas. O ambiente permite a descrição gráfica de algoritmos quânticos a partir de construtores (produto sequencial, produto paralelo, soma não-determinística) aplicados à Processos Elementares (PEs), Processos Quânticos (QPs) e macros.

Visando uma maior flexibilidade de uso e de desenvolvimento destas aplicações, a integração do *VPE-qGM* ao editor gráfico de circuitos quânticos *qCEdit* (ÁVILA, 2012), uma ferramenta em desenvolvimento junto ao projeto D-GM: Modelando as Abstrações do Modelo GM em Ambiente de Execução Distribuído, foi introduzida por (MARON, 2011). O *VPE-qGM* é composto, basicamente, por três interfaces gráficas:

- **Editor de Processos (*qPE*):** Permite o desenvolvimento das aplicações, disponibilizando construtores para a criação de transformações quânticas básicas, controladas, personalizadas e operadores de medidas e projeções. As transformações podem ser organizadas sequencialmente ou em paralelo. O editor também permite que se utilize macros para representar várias transformações quânticas. As construções realizadas são salvas em arquivos do tipo XML, para posterior reconstrução ou simulação.

- **Editor de Memórias Quânticas (*qME*):** Permite que a estrutura da memória seja configurada a partir de dados de entrada simples, abstraindo os conceitos complexos associados ao espaço de estados das aplicações quânticas.

- **Simulador Quântico (*qS*):** Permite a execução das simulações a partir dos arquivos descritores dos processos e da memória gerados no *qPE* e *qME*, controlando a evolução temporal das aplicações.

Paralelamente a isso, atualmente pode-se observar uma grande evolução das tecnologias móveis e, conseqüentemente, um crescimento no estudo e desenvolvimento de aplicativos para estes dispositivos. A união das diversas facilidades providas por estes dispositivos com uma ferramenta de construção de



interpretar o algoritmo quântico ali descrito. Essa descrição é, então, enviada para um método denominado *qGM-Converter*, que gera a sua construção gráfica no *qPE*. Também é feita a descrição gráfica da memória a partir dos dados sobre o estado inicial do circuito. A representação dos processos e memória quântica no *qPE* pode ser vista na Fig. 3.

• **Simulação Quântica:** Com as descrições gráficas do circuito e da memória prontas tem-se a execução da simulação, controlada pelo RSM, no *qS*. O estado final da simulação é retornado via HTTP ao *m-qCEdit*. A representação gráfica, no *qS*, da construção quântica e dos resultados da simulação estão ilustrados na Fig. 3.

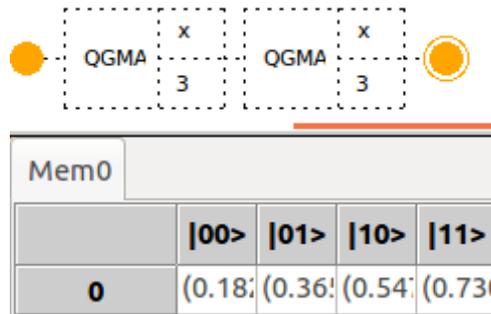


Figura 3: Representação dos processos quânticos e do espaço de estados

A estrutura geral da arquitetura do *m-qCEdit* e sua integração com o *VPE-qGM* está ilustrada na Figura 5.

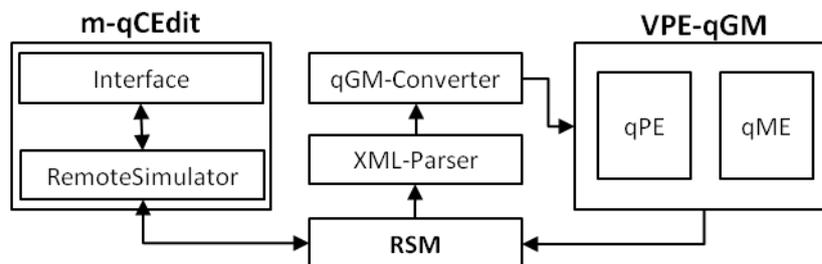


Figura 4 – Arquitetura do *m-qCEdit* e integração com *VPE-qGM*

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O editor de circuitos *m-qCEdit* está em desenvolvimento na linguagem Objective-C. Paralelamente, está sendo desenvolvido o módulo de integração do *m-qCEdit* ao *VPE-qGM*. Os circuitos modelados em um dispositivo móvel utilizando o *m-qCEdit* poderão ser facilmente simulados remotamente, sem que seja necessário que se tenha, localmente, um computador ou cluster de computadores com capacidade para a simulação. As principais funções de modelagem de circuitos disponibilizadas pelo *m-qCEdit*, similares às descritas em (ÁVILA, 2012), são: criação simultânea de circuitos; inserção, deleção e deslocamento de portas quânticas; construção de portas quânticas controladas; operação de cópia, recorte e colagem; expansão e ajuste automáticos no dimensionamento gráfico dos circuitos e configuração de estados iniciais. Além destas, algumas outras funcionalidades deverão ainda ser adicionadas ao editor.

## 4 CONCLUSÃO

A utilização de um editor de circuitos para criação de algoritmos em uma representação mais difundida e de alto nível simplifica o processo de modelagem, tornando-o mais prático e intuitivo. Ao criar um ambiente que una estas facilidades a todas as vantagens proporcionadas pela tecnologia móvel, incentiva-se o desenvolvimento de novos algoritmos e aplicações quânticas com o uso do modelo de circuitos. A integração dessa ferramenta ao VPE-qGM, um ambiente que permite a modelagem de circuitos quânticos a partir das abstrações do modelo qGM, consolida a união de todas as vantagens da ferramenta criada à capacidade de simulação de forma distribuída desse ambiente.

## 5 REFERÊNCIAS

HANNECK, D.; HOME, J. P.; JOST, J. D.; AMINI, J. M.; LEIBFRIED, D.; WINELAND, D. J. Realizations of a Programmable Two-Qubit Quantum Processor. **Nature Physics**, v. 6, p. 13 - 16, 2009.

KNILL, Emanuel; NIELSEN, Michael. **Theory of Quantum Computation**, 2002.

MARON, Adriano; PINHEIRO, Anderson; REISER, Renata; PILLA, Maurício. Distributed Quantum Simulation on the VPE-qGM. In **WSCAD-SSC – XI SIMPÓSIO EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS**, Petrópolis, 2010. Anais do WSCAD-SSC. Petrópolis, RS: 2010. p. 128 - 135.

REISER, Renata; AMARAL, Rafael. The quantum states space in the qGM Model. In: **WORKSHOP ESCOLA DE COMPUTAÇÃO E INFORMÁTICA**, Petrópolis, 2011. Anais do Workshop Escola de Computação e Informação Quântica. Petrópolis, RJ: 2010. p. 92 – 101.

ÁVILA, Anderson; MARON, Adriano; REISER, Renata; PILLA, Maurício. QCEdit - Modelagem e Geração de Circuitos Quânticos. In: **ERAD 2012 – ESCOLA REGIONAL DE ALTO DESEMPENHO**, Erechim, 2011. Anais ERAD 2012 - Escola Regional de Alto Desempenho. Erechim, RS: 2012. p. 209 - 212.

MARON, A. K. ; AVILA, A. ; REISER, R. H. S. ; PILLA, M. Especificando uma Arquitetura Básica para Conversão de Circuitos Quânticos para o Modelo qGM. In: **XII WORKSHOP DE SOFTWARE LIVRE**, Porto Alegre, 2011. Anais do XII Workshop de Software Livre. Pelotas, RS: Editora e Gráfica Universitária, 2011. p. 1-6 .