

São Paulo, 10 de abril de 2025

Aos cuidados de:

Sr. André Esteves
Presidente do Conselho de Administração
Banco BTG Pactual S.A.

Sr. Roberto Sallouti
CEO
Banco BTG Pactual S.A.

Prezados,

Meu nome é Marcos Eduardo Elias. Sou matemático, engenheiro e investidor, com formação doutoral em probabilidade e processos estocásticos, pertencente à linhagem acadêmica de Andrei Kolmogorov, e atuo profissionalmente no cruzamento entre modelagem estatística, tecnologia computacional e alocação de capital sob risco extremo. Atualmente, presido o Rāmānujan Institute for the Development of Prodigious Young Mathematicians, uma fundação independente voltada à formação avançada de talentos matemáticos em contextos excepcionais. Venho, por meio desta, alertar quanto à urgência de inserir o BTG Pactual, maior banco de investimentos da América Latina, na corrida tecnocientífica pela computação quântica aplicada, não por um impulso especulativo, mas com base em iniciativas concretas já em andamento em algumas das instituições financeiras mais sofisticadas do mundo.

Gostaria de esclarecer, de forma transparente e serena, que embora eu tenha cofounded e investido em duas empresas correlatas ao tema — Holosystems Quantum Algorithms e EquiVerse AI — esta carta não tem como motivação qualquer agenda comercial direta. Já atingi um estágio de independência financeira que me permite atuar também como curador e mecenas da pesquisa em computação quântica. Meu objetivo aqui é exclusivamente promover a consciência estratégica sobre o cenário global em curso e alertar sobre o desfase relativo que pode emergir entre instituições que se posicionam desde já, e aquelas que optarem por esperar por maturidade plena do hardware.

Os sistemas de computação quântica da era atual ainda operam sob a limitação de serem dispositivos ruidosos e de escala intermediária (conhecidos como NISQ, Noisy Intermediate-Scale Quantum). No

entanto, mesmo sob essas limitações, já estão sendo utilizados algoritmos híbridos com resultados práticos. A arquitetura desses algoritmos baseia-se na combinação de circuitos quânticos parametrizados com otimização clássica iterativa. As partes quânticas são executadas em dispositivos quânticos reais ou simulados; as partes clássicas são processadas em hardware tradicional.

O modelo de otimização variacional para sistemas quânticos, como o QAOA (Quantum Approximate Optimization Algorithm), é utilizado para resolver problemas de alocação de portfólio e combinações com restrições complexas. Nessa abordagem, cada solução possível é representada por um estado de um circuito quântico. O circuito é ajustado iterativamente para favorecer estados com menor custo, conforme uma função objetivo que incorpora, por exemplo, risco, retorno, liquidez, e restrições regulatórias ou setoriais. O processo de otimização clássica ajusta os parâmetros do circuito com base nas medições quânticas, reduzindo a energia efetiva da configuração.

O Goldman Sachs, em parceria com a QC Ware, aplica essa metodologia para otimizar carteiras sob restrições não-lineares, incluindo limites de exposição setorial, integração de critérios ESG e requisitos regulatórios. Os algoritmos foram configurados para representar penalidades por violação de restrições como termos adicionais no sistema, o que permite tratar restrições duras sem precisar de heurísticas externas. Além disso, a mesma instituição estuda a aplicação de algoritmos variacionais para precificação de derivativos com estrutura de dependência temporal ou múltiplos ativos subjacentes. Para tanto, circuitos quânticos são utilizados para simular distribuições de preços futuros, e a expectativa do payoff é estimada diretamente com base em medições do estado quântico simulado. A frente de computação quântica aplicada no Goldman Sachs tem sido conduzida, entre outros nomes, por Nikitas Stamatopoulos, responsável por liderar os esforços de pesquisa algorítmica no banco.

O JPMorgan Chase, em colaboração com a IBM Quantum, vem modelando risco sistêmico através de redes de correlação quântica. As correlações de inadimplência entre entidades são representadas por estados quânticos entrelaçados, permitindo codificar dependências que vão além das cópulas clássicas. Em paralelo, a instituição estuda a utilização de estimadores baseados em amplitude quântica (quantum amplitude estimation) para acelerar a simulação de Monte Carlo, com aplicação direta em precificação de opções path-dependent e instrumentos estruturados. Este esforço tem sido conduzido pelo Dr.

Marco Pistoia, Head de Pesquisa Aplicada em Tecnologia Global, cuja liderança consolidou o JPMorgan como referência entre os bancos na pesquisa de algoritmos quânticos financeiros.

Na Europa, BBVA e CaixaBank exploram aplicações adaptadas de algoritmos quânticos para problemas de cash-flow matching e liability-driven investment (LDI). Esses problemas envolvem a seleção de ativos que gerem fluxos financeiros compatíveis com obrigações futuras, sob múltiplos cenários de taxa de juros e longevidade. A formulação do problema é mapeada para circuitos quânticos que minimizam o desvio entre passivos futuros e ativos alocados. A possibilidade de incorporar restrições de liquidez, rating e setoriais como termos energéticos torna o modelo compatível com os desafios práticos enfrentados por fundos de pensão e tesourarias institucionais. O CaixaBank, em particular, realizou projetos com a D-Wave Systems, demonstrando aplicações concretas na otimização de carteiras com ganhos computacionais relevantes.

As vantagens operacionais observadas nessas iniciativas incluem:

1. Aceleração de simulações de Monte Carlo com erro de estimação reduzido, permitindo maior precisão com menor custo computacional;
2. Melhor exploração de espaços de soluções altamente não-convexos, contornando limitações de algoritmos clássicos heurísticos;
3. Representação eficaz de dependências não-lineares multivariadas e de eventos extremos correlacionados, relevantes para gestão de risco sistêmico.

Além dessas aplicações financeiras diretas, a familiarização com algoritmos quânticos posiciona as instituições na vanguarda de um segundo eixo estratégico: a segurança cibernética pós-quântica. Com a evolução do hardware quântico, torna-se factível a execução do algoritmo de Shor, que permite fatorar grandes inteiros em tempo polinomial. Esse processo compromete diretamente os fundamentos da criptografia RSA, utilizada amplamente em sistemas bancários para autenticação, comunicação segura e proteção de ativos digitais. A ameaça quântica à infraestrutura criptográfica não é meramente teórica; ela já vem sendo levada em consideração por governos e empresas como o NIST (National Institute of Standards and Technology), que lidera um processo global de seleção de algoritmos de criptografia resistentes ao quantum. Entretanto, o setor bancário

internacional — inclusive seus segmentos mais avançados — permanece majoritariamente passivo neste eixo, configurando uma assimetria estratégica de segurança.

Há, no entanto, exceções relevantes:

- O **Banco Santander** é membro fundador do Quantum Safe Financial Forum (QSSF), um consórcio interbancário que discute padrões e estratégias de transição para criptografia pós-quântica.
- O **Banco Sabadell**, em colaboração com a Accenture e a QuSecure, conduziu projeto piloto para adoção de infraestrutura resistente ao quantum.
- O próprio **JPMorgan Chase** implementou uma rede ágil e segura contra ataques quânticos (Q-CAN), conectando data centers com protocolo criptográfico pós-quântico em caráter experimental.

A seguir, apresento sugestões de primeiros passos estratégicos para o BTG Pactual:

1. Criação de uma célula interna de pesquisa em algoritmos quânticos aplicados a finanças e cibersegurança, com alocação de orçamento de P&D e contratação de dois a três especialistas dedicados.
2. Estabelecimento de parcerias acadêmicas com centros de excelência em computação quântica, como o Instituto de Física da USP, o Perimeter Institute, e grupos industriais vinculados à IBM Quantum, Xanadu, Rigetti e Quantinuum.
3. Participação institucional em consórcios internacionais de computação quântica, como o Quantum Economic Development Consortium (QED-C) e o European Quantum Industry Consortium (QuIC).
4. Desenvolvimento de provas de conceito (PoC) em colaboração com provedores de tecnologia quântica, especialmente em áreas como estruturação de portfólios sob restrições, liquidez multiativo e precificação de derivativos com múltiplos fatores.
5. Avaliação da exposição do banco ao risco criptográfico de longo prazo e iniciação de estudos internos sobre protocolos de transição para criptografia pós-quântica.

Esses desenvolvimentos demonstram que a adoção de algoritmos quânticos, mesmo antes do amadurecimento pleno do hardware, é uma decisão estratégica sustentada por aplicações reais e vantagens

comparativas tangíveis. Considerando o perfil do BTG Pactual e sua atuação em gestão de ativos, wealth management, tesouraria e soluções estruturadas, uma incursão planejada nesse ecossistema garantiria não apenas capacidade futura, mas também contribuição imediata em P&D e vantagens reputacionais frente a investidores institucionais globais.

Coloco-me à disposição para contribuir tecnicamente com a estruturação de uma iniciativa interna no BTG voltada ao uso prático de algoritmos quânticos, bem como para sugerir uma agenda de estudos e parcerias com universidades e provedores de tecnologia quântica.

Atenciosamente,



Marcos Eduardo Elias
Engenheiro, Matemático e Investidor
Doutor em Probabilidade e Processos Estocásticos
Chairman, Rāmānujan Institute for the Development of Prodigious
Young Mathematicians
marcos@ramanujan.institute
+55 11 91289 1333