

Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYPAQ TECHNOLOGIES

MI - O que significa "AI-First Quantum Ready" na prática?

WC - Na HYPAQ, AI-First Quantum Ready significa começar pelo problema de decisão, e não pela tecnologia. No contexto portuário, isso quer dizer entender primeiro onde estão os gargalos reais: atracação de navios, alocação de berços, uso de guindastes, operação de pátio, gate, ferrovia, caminhões, contêineres vazios e janelas operacionais.

O componente AI-First vem do uso de dados, das oportunidades com a inteligência artificial, de modelos preditivos, simulação, gêmeos digitais e otimização clássica para gerar valor agora. Já o componente Quantum Ready significa preparar a arquitetura para que, no futuro próximo, subproblemas complexos possam ser testados com métodos diversos de otimização, como inspirada em quantum (Quantum-Inspired Optimization – QIO), otimização que envolve a minimização de uma função de variáveis binárias (Quadratic Unconstrained Binary Optimization - QUBO), modelos Ising, algoritmos quânticos de otimização aproximada (Quantum Approximate Optimization Algorithm – QAOA) ou tantas outras abordagens híbridas que estão cada vez mais sendo exploradas.



PORT
PERFORMANCE

Insights

“

AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO
da HYPAQ TECHNOLOGIES



Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYP AQ TECHNOLOGIES

MI - O que significa "AI-First Quantum Ready" na prática?

WC - Portanto, AI-First Quantum Ready não se trata de esperar por um computador quântico perfeito. Trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.



PORT
PERFORMANCE

Insights

“

AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO
da HYP AQ TECHNOLOGIES



Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYP AQ TECHNOLOGIES

MI - Quais modelos matemáticos podem ser utilizados dentro do trabalho com algoritmos quânticos?

WC - Os modelos mais importantes são aqueles ligados à otimização combinatória, ou seja, problemas em que existem muitas combinações possíveis e é preciso escolher a melhor. Em portos, isso aparece em inúmeras decisões como alocação de berços, programação de guindastes, roteamento interno, agenda de rebocadores, empilhamento de contêineres, janelas de caminhões, sincronização com ferrovia, para citar algumas.

Na prática, podem ser usados modelos de programação linear inteira mista, programação por restrições, grafos, fluxo em redes, otimização multiobjetivo, otimização estocástica, simulação discreta e heurísticas diversas.



PORT
PERFORMANCE

Insights

“

AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO
da HYP AQ TECHNOLOGIES



Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYPAAQ TECHNOLOGIES

MI - Quais modelos matemáticos podem ser utilizados dentro do trabalho com algoritmos quânticos?

WC - Quando falamos em computação quântica ou quantum-ready, ganham destaque formulações como QUBO e Ising, porque muitos problemas combinatórios podem ser representados como busca pela melhor configuração possível. Esses modelos podem ser explorados por algoritmos variacionais em simuladores quânticos locais ou em máquinas quânticas reais disponíveis em diversas plataformas de nuvem.

O ponto central é: a abordagem quântica não substitui a otimização clássica. Ela deve ser comparada com métodos clássicos e híbridos, sempre com métricas operacionais claras, como tempo, custo, produtividade, espera de navios, ocupação de pátio, match de cargas, emissões ou nível de serviços.



PORT
PERFORMANCE

Insights

“

AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO
da HYPAAQ TECHNOLOGIES



Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYPAAQ TECHNOLOGIES

MI - Como arquitetura quântica consegue contribuir para modelos de otimização na logística portuária?

WC - A contribuição não vem de forma direta do modelo computacional quântico. Ela vem de uma arquitetura híbrida de decisão, capaz de modelar o problema portuário, dividi-lo em partes menores e encaminhar cada parte para o melhor tipo de algoritmo disponível.

Essa arquitetura pode integrar dados operacionais, IA, simulação, gêmeos digitais, otimização clássica, agentes de decisão e uma camada quantum-ready. Essa camada permite traduzir certos subproblemas para modelos específicos, aumentando a eficiência de operações com resultados mais precisos ou em menor tempo.



PORT
PERFORMANCE

Insights

“

AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO
da HYPAAQ TECHNOLOGIES



Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYPAAQ TECHNOLOGIES

MI - Como arquitetura quântica consegue contribuir para modelos de otimização na logística portuária?

WC - Na logística portuária, isso pode ajudar em problemas com muitas alternativas possíveis: qual navio atender primeiro, qual berço usar, quais guindastes alocar, como organizar o pátio, como priorizar rotas internas, como sincronizar gate e ferrovia, ou como reduzir conflitos entre cais, pátio, caminhões e janelas.

No curto prazo, o maior ganho está em criar uma arquitetura preparada para testar métodos, medir desempenho e evoluir gradativamente, sem redesenhar tudo a cada nova tecnologia ou cenário.



**PORT
PERFORMANCE**

Insights

“

AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO
da HYPAAQ TECHNOLOGIES



Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYPAQ TECHNOLOGIES

MI - Quais são as maiores complexidades a serem consideradas com o trabalho de otimização portuária?

WC - A maior complexidade é que o porto é um sistema altamente conectado. Uma decisão no berço afeta o guindaste. O guindaste afeta o pátio. O pátio afeta o gate. O gate afeta caminhões. A ferrovia afeta a disponibilidade de carga. E as janelas dos armadores influenciam toda a programação.

Além disso, há muitas incertezas: ETA dos navios, clima, maré, produtividade dos guindastes, disponibilidade de equipes, falhas de equipamentos, filas de caminhões, janelas ferroviárias, liberação de documentos, inspeções, restrições ambientais e prioridades comerciais.

Por isso, otimização portuária não é simplesmente “achar o ótimo matemático”. É encontrar uma solução viável, explicável, robusta e executável. A melhor solução é aquela que melhora KPIs, respeita a operação real e pode ser adotada pelas equipes do terminal, da autoridade portuária e dos demais atores da cadeia logística.



PORT
PERFORMANCE

Insights



AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO
da HYPAQ TECHNOLOGIES



Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYPAAQ TECHNOLOGIES



AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci
Ph.D, Founder & CEO
da HYPAAQ TECHNOLOGIES



MI - Quais são exemplos de portos (no mundo) que já estão utilizando otimização quântica para suas operações? Pode citar alguns resultados já alcançados?

WC - Já existem casos públicos sendo consolidados no uso de otimização quântica ou quantum-inspired em portos e grandes hubs logísticos. O setor está em fase inicial de testes, validação e muito aprendizado, mas já há exemplos relevantes.

Um dos casos mais citados é o Port of Los Angeles, no Pier 300, com Fenix Marine Services, SavantX e D-Wave. A iniciativa combinou IA e computação quântica para otimizar operações de terminal, com resultado reportado de aumento significativo na produtividade dos equipamentos de movimentação e maior previsibilidade no fluxo de cargas.

Veja: <https://quantumcomputingreport.com/quantum-lessons-learned-at-the-port-of-los-angeles/>

Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYPAAQ TECHNOLOGIES

MI - Quais são exemplos de portos (no mundo) que já estão utilizando otimização quântica para suas operações? Pode citar alguns resultados já alcançados?

WC - Outro exemplo é o Port of Hamburg, com Hamburg Port Authority e Fujitsu, usando tecnologia quantum-inspired, o Digital Annealer, para otimização de semáforos e fluxos de tráfego no porto. A Fujitsu reportou redução potencial de congestionamentos, redução de tempo de viagem de até 15% para carros e caminhões e redução de emissões de CO₂ de até 9%.

Veja: <https://info.archives.global.fujitsu/emeia/about/resources/news/press-releases/2021/emeia-08122021-fujitsu-quantum-inspired-optimization-services-cut-traffic-jams-and-co2-emissions-at-hamburg-port.html>

Também em Hamburgo há iniciativas como o Quantum Tug Scheduling, conduzido pelo Fraunhofer CML e parceiros, voltado à programação de rebocadores com otimização híbrida clássica e quântica. Esse caso ainda deve ser visto como projeto em desenvolvimento, mas é bastante promissor também.

Veja: https://www.cml.fraunhofer.de/en/research-projects/quantum_tug_scheduling.html



PORT
PERFORMANCE

Insights

“

AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO
da HYPAAQ TECHNOLOGIES



Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYPAAQ TECHNOLOGIES

MI - Quais são exemplos de portos (no mundo) que já estão utilizando otimização quântica para suas operações? Pode citar alguns resultados já alcançados?

WC - Outro exemplo interessante é o Port of Dover, no Reino Unido, dentro do Quantum Technology Access Programme, conduzido pela Digital Catapult com parceiros como ORCA Computing e Riverlane. O projeto explorou otimização quântica para apoiar a gestão de fluxos de tráfego, um desafio crítico para um porto com grande movimentação de passageiros, veículos e cargas entre o Reino Unido e a União Europeia. O problema foi modelado em formato QUBO, com uma abordagem baseada em MaxCut, permitindo testar como dinâmicas de tráfego portuário poderiam ser traduzidas para modelos de otimização quântica. Embora o próprio relatório reconheça que o caso ainda poderia ser resolvido por métodos clássicos, o valor principal esteve no aprendizado prático e na identificação de caminhos futuros para logística portuária quantum-ready.

Veja: <https://www.digicatapult.org.uk/case-studies/study/port-of-dover-success-story/>



PORT
PERFORMANCE

Insights

“

AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO
da HYPAAQ TECHNOLOGIES



Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYPAAQ TECHNOLOGIES

MI - Quais aplicações (ie processos na operação portuária) poderiam ter ganhos mais imediatos com a utilização de otimização quântica?

WC - Os ganhos mais imediatos tendem a aparecer em problemas bem delimitados, com bons dados, muitas combinações possíveis e KPIs claros. Alocação de berços (Berth Allocation Problem – BAP), programação de guindastes (Ship-to-Shore crane – STS); planejamento de pátio (YARD), agendamento de gates, programação de rebocadores, gestão de janelas operacionais, e fluxos entre terminais, portos secos e centros logísticos são candidatos interessantes para exploração.

Eu destacaria especialmente BAP, STS, YARD e integração de terminais. São áreas com alto impacto econômico, grande complexidade operacional e forte aderência a modelos de otimização combinatória. Mas os experimentos em andamento pelo mundo devem ampliar os cenários candidatos ainda mais.



PORT
PERFORMANCE

Insights



AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO
da HYPAAQ TECHNOLOGIES



Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYP AQ TECHNOLOGIES



**PORT
PERFORMANCE
Insights**



AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci
Ph.D, Founder & CEO
da HYP AQ TECHNOLOGIES



MI - Quais são as suas dicas para portos e terminais que queiram se preparar para a implementação de estratégias de otimização quântica?

WC - A primeira dica é não começar pelo hype ou simples empolgação com uma nova tecnologia. O ponto de partida deve ser o problema operacional: onde estão os maiores gargalos, custos e riscos? Espera de navios? Pátio saturado? Caminhões parados? Ferrovia mal sincronizada? Baixa previsibilidade? Emissões?

A segunda dica é estruturar dados. Sem dados confiáveis sobre eventos, tempos, restrições, capacidade, janelas, AIS, gate, TOS, PCS, ferrovia, pátio e produtividade, não existe otimização séria. Esse é um desafio operacional grande.

A terceira é criar uma arquitetura híbrida. O porto não precisa escolher entre IA, otimização clássica ou quantum. Ele deve criar uma camada de decisão acoplada capaz de testar diferentes métodos, comparar resultados e evoluir com segurança.

Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYPAAQ TECHNOLOGIES

MI - Quais são as suas dicas para portos e terminais que queiram se preparar para a implementação de estratégias de otimização quântica?

WC - A quarta é começar com pilotos pequenos, mensuráveis e ligados a KPIs claros, como tempo de espera, produtividade de guindastes, ocupação de pátio, tempo de permanência de caminhões, custo e emissões.

E por fim, creio ser essencial formar uma equipe de estudos, para traduzir a operação, dados e a otimização em tecnologia. Quantum readiness é menos sobre comprar hardware e mais sobre preparar modelos, dados, arquitetura e governança.



PORT PERFORMANCE *Insights*

“

AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO
da HYPAAQ TECHNOLOGIES



Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYPAAQ TECHNOLOGIES

MI - Quais seriam os pontos mais importantes no que tange ao desenvolvimento e à capacitação dos profissionais que tenham interesse em aprofundar no seu conhecimento das técnicas de otimização quântica?

WC - O ponto principal é formar um profissional híbrido. Antes de estudar computação quântica, é essencial entender otimização clássica, programação matemática, heurísticas, simulação e análise de restrições.

Depois, esse profissional precisa saber transformar desafios operacionais em modelos matemáticos: variáveis, função objetivo, restrições, penalidades e métricas de desempenho. No contexto portuário, isso significa modelar processos como berços, guindastes, pátio, janelas de navios, equipes e restrições ambientais.



PORT
PERFORMANCE

Insights



AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO
da HYPAAQ TECHNOLOGIES



Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYPAAQ TECHNOLOGIES

MI - Quais seriam os pontos mais importantes no que tange ao desenvolvimento e à capacitação dos profissionais que tenham interesse em aprofundar no seu conhecimento das técnicas de otimização quântica?

WC - A partir daí entram os modelos quânticos e híbridos, como QUBO, Ising, quantum annealing, QAOA e algoritmos variacionais, sempre comparados com solvers clássicos e abordagens quantum-inspired. O objetivo não é seguir o hype, mas identificar onde essas técnicas podem gerar vantagem prática. Também é importante ganhar fluência em ferramentas como Python, bibliotecas de otimização, simuladores, Qiskit, D-Wave Ocean, PennyLane e ambientes híbridos de IA e dados.

Por fim, nenhum modelo funciona bem sem conhecimento do domínio. Em portos, a realidade operacional importa tanto quanto a matemática. A evolução dos portos segue uma trajetória clara: o porto digital organiza dados; o smart port conecta sistemas e operações; o intelligent port aplica IA, simulação e otimização; e o hub port usa essa inteligência para coordenar múltiplos atores da cadeia logística.



PORT PERFORMANCE *Insights*



AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci
Ph.D, Founder & CEO
da HYPAAQ TECHNOLOGIES



Entrevista com Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO da HYP AQ TECHNOLOGIES

MI - Quais seriam os pontos mais importantes no que tange ao desenvolvimento e à capacitação dos profissionais que tenham interesse em aprofundar no seu conhecimento das técnicas de otimização quântica?

WC - Nesse contexto, a computação quântica deve ser vista como uma camada futura de aceleração para problemas combinatórios complexos, dentro de arquiteturas preparadas para comparar solvers clássicos, quantum-inspired e quânticos. O futuro dos portos não será definido apenas por automação, mas pela capacidade de transformar complexidade operacional em inteligência de coordenação. É nessa interseção entre operação portuária, IA, otimização e computação quântica que a HYP AQ posiciona sua atuação, apoiando a jornada para futuros Hub Ports AI-First Quantum-Ready.



**PORT
PERFORMANCE**

Insights

“

AI-First Quantum Ready trata-se de construir hoje uma camada de Inteligência de Otimização, capaz de melhorar as decisões no presente e preparar o porto para uma nova geração de algoritmos, aceleradores e soluções híbridas com novas infraestruturas de processamento avançado.

Waldemir Cambiucci

Ph.D, Founder & CEO
da HYP AQ TECHNOLOGIES





PORT PERFORMANCE MARKET INTELLIGENCE

Hub de Conteúdo

- ▶ **Port Performance Market Intelligence** é um Hub de Conteúdo, focado em inovação, tecnologia, automação e digitalização para portos e terminais. Esses conteúdos serão disponibilizados de forma contínua (365 dias por ano), através do site do Port Performance Summit Brasil (www.portperformancesummit.com.br), e todos esses conteúdos poderão ser baixados de forma 100% gratuita.
- ▶ O **Port Performance Market Intelligence** é onde os portos e terminais poderão conhecer com maior profundidade as informações atualizadas sobre as mais importantes soluções tecnológicas disponíveis no mercado, bem como as suas principais aplicações no setor portuário visando a melhoria de produtividade, eficiência, segurança, sustentabilidade e competitividade.
- ▶ Os conteúdos disponíveis no **Port Performance Market Intelligence** agregarão e proporcionarão conhecimento em todas as etapas da jornada da adoção de tecnologia dos tomadores de decisão do setor portuário no Brasil.

OBRIGADO!

- ▶ MICHAEL FINE
- ▶ DIRETOR
- ▶ CEL/WHATSAPP: +55 11 99332-3244
- ▶ EMAIL: fine@doubledown.com.br
- ▶ LinkedIn: [linkedin.com/in/michaelfine55](https://www.linkedin.com/in/michaelfine55)



TODOS EM PROL DO AVANÇO DO SETOR PORTUÁRIO!

