ISSN:2594-6153

Portos Digitais e as Repercussões no Trabalho Portuário

Célia Rodrigues Ribeiro, Daniel Freire e Almeida

Universidade Católica de Santos (UNISANTOS), Santos-SP, Brasil

E-mail: celiaribeiro03@gmail.com

Resumo: Este artigo analisa as repercussões da transformação digital e da automação nos portos sobre a força de trabalho. A partir de uma revisão integrativa da literatura, evidencia-se que a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 pelos complexos portuários, promove uma transição estrutural "da força para a habilidade". Os resultados apontam para a eliminação de rotinas manuais, a polarização do mercado e a exigência de novas competências técnicas e socioemocionais. Conclui-se que a gestão deve priorizar a requalificação contínua e a governança inclusiva.
Palavras-chave: Portos digitais; Trabalho portuário; Automação; Indústria 4.0; Capacitação profissional.

Digital Ports and the Repercussions on Port Labour

Abstract: This article analyzes the repercussions of digital transformation and terminal automation on port labour. Based on an integrative literature review, it shows that the adoption of Industry 4.0 technologies by port complexes drives a structural transition "from strength to skill". Results highlight the elimination of manual routines, job market polarization, and the demand for new technical and soft skills. It concludes that management must focus on continuous reskilling and inclusive governance.
Keywords: Digital ports; Port labour; Automation; Industry 4.0; Professional training.

Introdução

A Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0)[1], conceito difundido a partir de 2011 através do projeto estratégico alemão de transformar sistemas e processos de manufatura inteligentes, e na realização da produção distribuída e em rede, tem redefinido as estratégias dos complexos portuários. Os terminais marítimos, historicamente caracterizados como ambientes intensivos em mão de obra, vêm transicionando para o modelo de portos inteligentes (smart ports), incorporando a Internet das Coisas (IoT), Big Data Analytics, Inteligência Artificial, robótica e sistemas avançados de gestão operacional de terminais (Terminal Operating Systems - TOS). Essa modernização busca elevar a eficiência do fluxo de cargas, reduzir custos operacionais e mitigar impactos ambientais. A mitigação de impactos ambientais (como a descarbonização e a redução de emissões de gases de efeito estufa na interface porto-

[1] O termo Indústria 4.0 refere-se à quarta revolução industrial, caracterizada pela integração de tecnologias digitais, automação e sistemas ciberfísicos aos processos produtivos, tendo sido popularizado por Klaus Schwab (2016).

cidade) foi inserida ao lado da produtividade e da segurança como um dos grandes vetores de pressão que impulsionam a modernização dos terminais [1,2]. No entanto, enquanto expressiva parcela da literatura concentra-se nos ganhos de produtividade e na dimensão tecnológica dos equipamentos, identifica-se uma necessidade premente de discutir as repercussões dessa transformação sobre o fator humano e a organização do trabalho portuário. A automação e a digitalização alteram a dinâmica das operações de cais, pátio e portões, substituindo processos manuais e burocráticos por sistemas automatizados orientados a dados. Nesse cenário, quais são as principais repercussões da transformação digital e da automação dos portos sobre a organização, as competências e a gestão da força de trabalho portuária?

O objetivo deste artigo é analisar as transformações na força de trabalho portuária utilizando os estudos sobre Smart Ports. Para alcançar este propósito, o artigo se propõe mapear as tecnologias da Indústria 4.0 integradas às operações portuárias, examinar as mudanças nas demandas por qualificações técnicas (hard skills) e socioemocionais (soft skills) e discutir os desafios de requalificação, adaptação organizacional. Este estudo fundamenta-se em pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e caráter descritivo-exploratório, sustentada em revisão narrativa da literatura e análise documental. A seleção das fontes privilegiou artigos científicos e relatórios técnicos recentes sobre automação e digitalização portuária, com atenção à experiência de terminais brasileiros, em especial no Porto de Santos.

Resultados

Tecnologias da Indústria 4.0. A transformação digital nos portos ultrapassou o estágio de uma mera escolha estratégica para se consolidar como um imperativo de sobrevivência e competitividade global [1]. Como apontam Basulo-Ribeiro & Teixeira (2024), frente à complexidade e ao volume do comércio marítimo internacional, a adoção de soluções digitais "não é mais uma escolha" para os órgãos gestores e operadores de terminais [1].

A evolução dos complexos portuários é marcada pela transição gradual do modelo de porto tradicional com operações manuais, intensivas em trabalho braçal, processos analógicos e silos de informação em papel para sistemas progressivamente digitalizados e integrados [1,3,4]. A primeira onda de informação desmaterializou documentos via Intercâmbio Eletrônico de Dados (EDI) e Sistemas de Gestão de Terminais (TOS). A adoção do EDI e do TOS reduziu drasticamente a dependência de documentos físicos e formulários em papel para procedimentos administrativos e operacionais no terminal. Com isso, os fluxos eletrônicos de informação passaram a ter uma relevância logística tão crítica quanto o próprio fluxo físico das mercadorias.

Enquanto a primeira onda (EDI + TOS) focou na desmaterialização do papel e na organização de dados estáticos, a segunda onda integrou os sistemas ciberfísicos à operação [1,4]. A coleta automática de dados em tempo real substitutiu a coleta digitada manualmente por trabalhadores. Através da IoT e de sensores espalhadas por guindastes, portões (*gates*), contêineres e pátios o TOS é alimentado automaticamente e sem interrupção [1]. O sistema sabe a localização exata, a temperatura e o status de cada ativo em tempo real [1,2].

Por fim, na Inovação 4.0, o TOS passa a comandar diretamente equipamentos ciberfísicos, como guindastes de pátio automatizados (ASCs), veículos autônomos (AGVs) e portêineres operados remotamente por joysticks e telas de alta definição a partir de salas de controle climatizadas [1,4,5].

Ponto fundamental é que porto digital não significa simplesmente porto automatizado [1,2,4]. Enquanto a *automação* diz respeito à dimensão física e à mecanização dos equipamentos de movimentação (substituindo a operação humana por guindastes não-tripulados, pontes robóticas e veículos autônomos AGVs) [2,4], a *digitalização* refere-se à dimensão sistêmica e integrativa dos fluxos de dados [1,4]. Como salientam Busk (2009) e Moura et al. (2016), a automação de terminais é primeiramente um TOS inteligente que otimiza recursos por meio de algoritmos avançados, estando longe de se resumir a equipamentos robóticos [2]. Na verdade, segundo Vaggelas & Leotta (2019), que citam a Drewry (2018), cerca de 1% dos grandes portos são totalmente automatizados e 2% semiautomatizados [4]. Em contrapartida, o conceito de *porto digital* (ou smart port) caracteriza-se pela orquestração de dados e pela visibilidade em tempo real do ecossistema, transformando o operador de um mero "operador de ativos físicos" (asset operator) em um "orquestrador de serviços e fluxos de informação" (service orchestrator) [1,4]. A Tabela 1 distingue os conceitos de alta e baixa automação e indica portos que ilustram cada um.

Tabela 1. Conceito de alta e baixa automação em terminais portuários e exemplos.

Grau de automação	Conceito	Exemplos
Alta automação	Guindastes de cais e de pátio e veículos de transporte interno (AGVs) operam de forma autônoma ou remota, comandados pelo TOS [1,4].	Roterdã, terminais de Maasvlakte 2 [4]; Qingdao, terminal New Qianwan [4]; Chancay, segundo a associação setorial peruana [6].
Baixa automação (semiautomação)	Automação parcial, restrita a processos como gates (AGS/OCR), planejamento e registro de informações (TOS/EDI); a movimentação física segue operada por pessoas [2,4].	Terminais de Santos (BTP, Santos Brasil e Embraport) [2]; Vado Ligure, Itália [4].

Essa distinção conceitual explica o panorama dos portos brasileiros e, em especial, do Porto de Santos. Conforme evidenciado por Moura et al. (2016), os principais terminais

santistas (BTP, Santos Brasil e Embraport) operam sob o padrão de *semi-automação* ou automação menor [2].

Santos não possui pátios ou guindastes com movimentação física 100% autônoma, mas já se consolida como um porto digital e integrado ao utilizar agendamento eletrônico de portões (AGS), leitores OCR em gates e portêineres, controle de contêineres por RFID e trocas telemáticas via EDI/TOS [2]. Isso demonstra que a inteligência logística do porto digital antecede e independe da automação robótica integral [1,2].

Repercussões no perfil do trabalho. Essa reconfiguração tecnológica impacta a organização do trabalho sob três fenômenos centrais:

1. Polarização do Mercado de Trabalho: Em sintonia com os achados de Esser et al. (2020) e Bottalico et al. (2022), observa-se o desaparecimento gradual de funções intermediárias puramente rotineiras de registros manuais [3,7]. Cargos como os de conferentes (paperwork jobs) são eliminados, enquanto cresce a demanda por dois perfis extremos: trabalhadores operacionais de campo aptos a operar com tecnologia e especialistas altamente qualificados em TIC, ciência de dados e engenharia de automação [3,4,8].

2. Reconfiguração do Ambiente Operacional: A introdução do controle remoto de guindastes transfere os operadores das cabines elevadas para estações de trabalho ergonômicas em salas de controle [2,4]. A operação passa a ser assistida por algoritmos e inteligência artificial, exigindo menor esforço braçal e maior capacidade de atenção concentrada e tomada de decisão lógica [3,4].

3. Demanda por Hard e Soft Skills: O novo perfil exige a combinação entre qualificações técnicas (hard skills) — tais como operação de softwares de TOS e interpretação de dados — e competências socioemocionais (soft skills) [3,4,9]. Trabalho em equipe, comunicação, adaptabilidade e resolução de problemas tornam-se essenciais [3,4,9].

Discussão

O trabalho portuário passa por uma mudança estrutural de paradigma: a transição "da força física para o domínio cognitivo e tecnológico" (from strength to skill) [4]. Conforme defendem Vaggelas & Leotta (2019), o operador de terminal deixa de atuar primariamente como um gestor de ativos físicos pesados para se tornar um orquestrador de serviços digitais e fluxos de informação [4].

A transição sustentável exige estratégias ativas de governança e gestão do capital humano [4,8]. Os estudos de Duin et al. (2014) e Notteboom et al. (2019) propõem programas formais de requalificação (reskilling/upskilling) [9,10].

Destaca-se a aprendizagem intergeracional: o trabalhador jovem traz o domínio das TICs, enquanto o trabalhador senior contribui com a vivência prática da operação marítima. Ferramentas como Serious Games e simuladores virtuais aceleram esse aprendizado sem expor operadores a riscos no cais [9]. Ademais, espera-se que a transição para salas de operação remotas venha a favorecer a equidade de gênero e a consolidação de contratos permanentes [3,4].

Modelo de governança portuária. A governança do setor portuário global passou por uma mudança de paradigma estrutural com a transição do modelo tradicional de porto público (*Service Port*) para o modelo de *Landlord Port*. Esse arranjo impulsionou a privatização e concessão de serviços operacionais a grandes operadores globais de terminais (*Global Terminal Operators* - GTOs), gerando fortes pressões por flexibilização do trabalho e desregulamentação de arranjos locais [11,12].

No Brasil, a Lei de Modernização Portuária (Lei nº 8.630/1993, atualizada pela Lei nº 12.815/2013) reconfigurou o modelo de gestão ao instituir o Órgão Gestor de Mão de Obra (OGMO). O OGMO assumiu a atribuição legal de gerir o cadastro, o treinamento, a escala e os padrões de Segurança e Saúde do Trabalhador (SST) da mão de obra avulsa (TPA). Com isso, os sindicatos perderam o controle direto sobre a intermediação da contratação e a fixação autônoma de valores de produção, migrando seu foco para funções de bem-estar social, prestação de assistência e mediação assistencial [13].

A literatura evidencia que a eficácia e a paz social nas reformas dependem da densidade das instituições de negociação coletiva. Em portos com diálogo social estruturado e tripartite (como Antuérpia, por meio do modelo *CEPA*), as inovações tecnológicas são negociadas proativamente com a força de trabalho; isso preserva os padrões profissionais e alcança altos índices de produtividade e flexibilidade sem destruição abrupta das garantias sociais. Em contrapartida, em ambientes desarticulados e desinstitucionalizados (como Gênova ou em privatizações sem salvaguardas), a tecnologia é implantada de forma unilateral, resultando em precarização, rotatividade e conflitos trabalhistas [7].

Considerações Finais

A transformação digital e a automação dos terminais consolidam um caminho sem volta na busca por eficiência e competitividade no comércio marítimo global. As evidências examinadas demonstram que a Indústria 4.0 não extingue a relevância do trabalho humano, mas altera de forma definitiva sua natureza, promovendo a migração do esforço braçal para o domínio cognitivo e analítico.

A inexorabilidade desse processo exige que autoridades portuárias, operadores privados, instituições de ensino e sindicatos estabeleçam uma governança colaborativa. Recomenda-se o investimento contínuo em programas formais de requalificação (upskilling/reskilling), a harmonização de certificações profissionais e a valorização do aprendizado intergeracional, conciliando a inovação tecnológica com a sustentabilidade social do trabalho. O futuro dos portos exige superar a dicotomia entre avanço tecnológico e preservação do emprego, recomendando investigações futuras sobre o impacto na saúde mental, ergonomia e produtividade dos operadores.

Referências

1. Basulo-Ribeiro J, Teixeira L. Industry 4.0 Supporting Logistics Towards Smart Ports: Benefits, Challenges and Trends Based on A Systematic Literature Review. Journal of Industrial Engineering and Management. 2024; 17(2): 492-515.
2. Moura DA, Patrício M, Botter RC. Análise da automação de terminais portuários de contêineres. Revista Gestão Industrial. 2016; 12(4): 83-102. doi:10.3895/gi.v12n4.4706
3. Esser A, Sys C, Vanelslander T, Verhetsel A. The labour market for the port of the future. A case study for the port of Antwerp. Case Studies on Transport Policy. 2020: 349-360.
4. Vaggelas GK, Leotta C. Port labour in the era of automation and digitalization. What's next? Impresa Progetto - Electronic Journal of Management. 2019; (3): 1-18.
5. Ellis RE. Strategic implication of the Chinese-operated port of Chancay. REDCAEM Working Paper Series (WPS). 2024 Nov;(42):11-12. Disponível em: https://chinayamericalatina.com/wps/
6. Zarate AR. El Puerto de Chancay se consolida como el megapuerto «smart» y sostenible de América del Sur. APAM Perú. 2025 out 8. Disponível em: https://apam-peru.com/el-puerto-de-chancay-se-consolida-como-el-megapuerto-smart-y-sostenible-de-america-del-sur/
7. Bottalico A, Vanelslander T, Verhoeven P. Innovation and labor in the port industry: A comparison between Genoa and Antwerp. Journal of Business Logistics. 2022; 00: 1-20. doi:10.1111/jbl.12303
8. Moros-Daza A, Jubiz-Diaz M. Labour force management in maritime ports: A comprehensive systematic literature review. Heliyon. 2024; 10(10): e31401.
9. Duin H, Baalsrud Hauge J, Gorldt C, Thoben KD. Work process oriented competence development for the port of the future. In: 2014 International ICE Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE). IEEE; 2014. p. 1-8.
10. Notteboom T, Parola F, Satta G, Torre T. Skills and competences in maritime logistics: managerial and organizational emerging issues for human resources. Impresa Progetto - Electronic Journal of Management. 2019; (3): 1-8.
11. Turnbull P, Wass V. Defending dock workers—Globalization and labor relations in the world's ports. Industrial Relations: A Journal of Economy and Society. 2007; 46(3): 582-612.
12. Aryee J. Analysis of the role of port labour systems and reforms on the competitiveness of West African ports. Regional Maritime University Journal. 2012 Jun.

13. Maciel RH, Lopes TA, Gonçalves RC. Ports modernization and its influence on trade unions. Work. 2012; 41: 5775-5777. doi:10.3233/WOR-2012-0948-5775