IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NA FORÇA DE TRABALHO PORTUÁRIA: O CASO DO TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA

IMPACTS OF INDUSTRY 4.0 ON THE PORT WORKFORCE: THE CASE OF THE PONTA DA MADEIRA MARITIME TERMINAL

Carmene Maria Roxo Abreu
https://orcid.org/0009-0001-0043-818X
Universidade Federal do Maranhão, UFMA
São Luís, Brasil
carmeneabreu@hotmail.com

Tadeu Gomes Teixeira
https://orcid.org/0000-0003-4620-2401
Universidade Federal do Maranhão, UFMA
São Luís, Brasil
tadeu.teixeira@ufma.br

Resumo. O artigo analisa os impactos das novas tecnologias sobre a força de trabalho de operadores e mecânicos no terminal marítimo de Ponta da Madeira, em São Luís (MA), no contexto da Quarta Revolução Industrial. O estudo se concentra no período entre 2010 e 2020 e tem como objetivo investigar os efeitos das transformações tecnológicas ocorridas no terminal portuário e suas repercussões sobre o efetivo da força de trabalho. Foram analisados documentos corporativos da VALE e outros fontes documentais para análise das informações. O trabalho evidencia como o Terminal Portuário passou incorporou novas tecnologias em seus macroprocessos, com crescente incorporação da automação e mudança no perfil de atividade de trabalho dos operadores, cujo trabalho se tornou digitalizado.

Palavras-chave: Automação; Terminal portuário; Novas tecnologias; Força de trabalho

Abstract. The article analyzes the impact of new technologies on the workforce of operators and mechanics at the Ponta da Madeira maritime terminal in São Luís (MA), in the context of the Fourth Industrial Revolution. The study focuses on the period between 2010 and 2020 and aims to investigate the effects of the technological transformations that have taken place at the port terminal and their repercussions on the workforce. VALE's corporate documents and other documentary sources were analyzed for information. The work shows how the port terminal has incorporated new technologies into its macro-processes, with the growing incorporation of automation and a change in the profile of operators' work activities, whose work has become digitized.

Keywords: Automation; Port terminal; New technologies; Workforce

1. INTRODUÇÃO

A relação histórica entre novas tecnologias e seus impactos no trabalho tem sido marcada por diversas revoluções industriais, cada uma redefinindo aspectos sociais e econômicos, influenciando as relações de trabalho e humanas. Atualmente, a Quarta Revolução Industrial, termo cunhado por Klaus Schwab, destaca-se por suas inovações como a internet das coisas e a inteligência artificial, diferenciando-se das anteriores principalmente na maneira como a informação é utilizada e na penetrabilidade dos efeitos tecnológicos em todas as esferas da vida.

Estas mudanças são evidentes em diversos setores, incluindo o portuário, onde se observa uma alteração na dinâmica do trabalho e na formação da mão de obra. Por exemplo, no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira, a incorporação de novas tecnologias reorganizou processos produtivos e relações de trabalho. A sociedade, de forma geral, também foi impactada, com as decisões individuais e coletivas sendo influenciadas por fenômenos como as redes sociais e a uberização.

A Quarta Revolução Industrial levanta questões sobre os benefícios e desafios da tecnologia, refletindo em novas demandas sociais e profissionais, como o surgimento do atendimento psicológico online. No setor portuário brasileiro, e especificamente no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira, os impactos são significativos, tanto no volume de cargas movimentadas quanto na economia e no emprego. Este terminal, operado pela Vale e

responsável por um volume substancial de minério de ferro, exemplifica a importância do setor portuário, que representa uma parcela significativa do PIB brasileiro e do comércio exterior.

Dentro deste contexto, a indústria 4.0 afeta diretamente o setor portuário, alterando os cargos e a operação no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira, um ponto focal nesta evolução tecnológica e suas consequências sociais e econômicas.

Busca-se, diante desses elementos, responder à seguinte questão de pesquisa: como as transformações tecnológicas impactam a força de trabalho de operadores e mecânicos no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira?

A pesquisa apresenta como objetivo geral analisar os impactos das transformações tecnológicas e digitais na força de trabalho de operadores e mecânicos no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (São Luís, MA) entre 2010 e 2020.

A partir do objetivo geral, foram definidos objetivos específicos, que são: a) analisar as principais transformações tecnológicas e digitais no Terminal Marítimo da Ponta da Madeira para as funções iniciais de Operação e Manutenção; b) investigar os impactos quantitativos das transformações tecnológicas e digitais no Terminal Marítimo da Ponta da Madeira na força de trabalho de mecânicos e operadores

2. NOVAS TECNOLOGIAS E O CONTEXTO CORPORATIVO

Sáenz e Capote (2002, p. 69) destacam que a inovação tecnológica se constitui no "processo pelo qual novos produtos, equipamentos, processos de produção e distribuição de bens e serviços, e métodos gerenciais se introduzem em nível macro na economia."

A inovação tecnológica está associada a alterações nos produtos, matérias-primas, processos, técnicas de produção, bem como nos sistemas de produção, distribuição e comercialização, resultantes de modificações não rotineiras das técnicas de engenharia e de gerenciamento, seguidas por uma unidade produtiva (Toledo, 1987). Recorre-se a Loyola (1999, p. 7) para reiterar que a inovação tecnológica é "todo e qualquer tipo de descoberta, seja de matéria-prima, seja de processo de produção de mercadoria, que venha a modificar e aperfeiçoar os padrões de referência de ponta fixados no sistema produtivo."

Fleury e Fleury (1997, p. 58) ressaltam que, paradoxalmente, "nunca a tecnologia foi tão importante como nos tempos atuais; mesmo assim, ficou mais difícil estabelecer vantagem competitiva a partir de tecnologia apenas." Nesse aspecto, Gonçalves, Gonçalves Filho e Reis Neto (2006) alegam que mesmo não sendo, por si só, o principal fator competitivo das organizações, as inovações tecnológicas empregadas impactam decisivamente a competitividade do negócio e modificam, fortemente, as relações de trabalho dentro das empresas. Assim, cabe às organizações lidarem com novas tecnologias da melhor maneira possível, visando o aumento da competitividade e mantendo boas relações de trabalho com os seus colaboradores, de forma que eles possam fazer a diferença entre o sucesso e o fracasso para alcançar o resultado organizacional.

Na era das redes eletrônicas, algoritmos, inteligência artificial, *big data*, Internet das Coisas, veículos autônomos, impressão 3D, nanotecnologia, biotecnologia, ciência dos materiais, armazenamento de energia, computação quântica, tecnologia 5G, revolução digital, acessibilidade, partículas menores, aprendizado de máquinas, *fintechs* e uma infinidade de inovações tecnológicas difundidas de forma muito mais veloz, essa realidade ainda não é plenamente vivida em algumas partes do mundo, contexto evidenciado por um dado relevante: 17% da população mundial não tem acesso à eletricidade (Schwab, 2016), sendo esse um recurso relevante para acesso às tecnologias emergentes, que tanto tem mudado as organizações, e compõem o contexto da Quarta Revolução Industrial.

Alguns estudos e a própria vivência em sociedade têm nos mostrado que a Inteligência Artificial (IA) está se tornando capaz de executar rotinas e tarefas, além de manter comunicações com seres humanos. Ou seja, temos um mecanismo tecnológico capaz de

executar tarefas intelectuais, deixando uma clareza de que podemos estar diante da perda da supremacia do trabalho intelectual pelos seres humanos e isto pode incorrer na substituição de cargos que antes somente eram ocupados por humanos (Li, 2016).

O fenômeno da Inteligência Artificial (IA) deve ser observado com bastante atenção, especialmente na estrutura de ocupações cujo entregável é mais focado em rotinas operacionais e repetitivas, mas não apenas nestas, mas na dinâmica do trabalho de forma geral porque altera a forma de consumo e oferta de serviços e é capaz de criar novas lógicas entre o homem e a máquina a partir do entendimento de que a sociedade muda vertiginosamente com a nova revolução industrial vivenciada por todo o mundo. "Esse processo tecnológico poderá provocar uma mudança na estrutura de classes na sociedade, muito mais impactante que as revoluções anteriormente ocorridas, podendo fazer surgir uma nova classe social sem função econômica, isso porque, conforme os economistas [...]" (Moreira & Calvete, 2020, p. 207). Além disso, Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee (2011 *apud* Moreira & Calvete, 2020, p. 207) "[...] afirmam em sua obra 'Uma corrida com a máquina', a IA está alcançando habilidades humanas muito rapidamente."

Não podemos citar a IA (inteligência artificial) como a única invenção da indústria 4.0. Vale destacar a chamada IoT (*Internet of Things*) ou internet das coisas.

Segundo Faccioni Filho (2016, p. 11), a Internet das Coisas (IoT) tem uma vasta gama de aplicações, como a telemetria e o uso de aplicações para coletar informações em diversos ambientes, bem como a capacidade de interagir diretamente com variados tipos de objetos, estabelecendo uma rede de relações e interações entre os objetos em si, e entre objetos e pessoas, de maneira intencional ou imperceptível. A IoT está ligada ao "big data". Esse termo descreve a origem do universo, refere-se a uma expansão colossal de dados que está em curso. Esses dados são produzidos e recolhidos por objetos e computadores, criando uma interação interativa sem precedentes. Isso implica um volume de dados enorme para ser armazenado e processado, exigindo latência mínima e disponibilidade contínua.

Outra "invenção" que merece destaque é a chamada nanotecnologia, muito usada na fabricação de microchips, que trabalha na chamada escala nanométrica sendo capaz de produzir dispositivos com tamanhos/dimensões que se assemelham a átomos ou moléculas. De acordo com Longo (2004), o domínio da ciência e tecnologia em escala nanométrica trará uma revolução, possibilitando a criação de dispositivos eletrônicos cada vez menores e robôs diminutos capazes de serem injetados no corpo humano para tarefas médicas, como desobstruir artérias.

Há ainda o impacto possível da tecnologia 5G, última evolução da internet móvel, que se caracteriza pelo maior alcance e velocidade e promete grande revolução na forma de transmissão/consumo de dados. Esta nova rede vai gerar maior interconexão de equipamentos e dispositivos e possibilitará acesso a produtos inovadores e utilidades domésticas potencializando a chamada Internet das Coisas (IoT).

Para refletir sobre os impactos das novas tecnologias no mundo trabalho se faz necessário recorrer a uma compreensão do termo trabalho, aqui compreendida como uma condição para a sobrevivência dos cidadãos e à manutenção da vida. No ambiente organizacional, o trabalho se constitui no elemento fundamental para a empresa atingir seus objetivos e garantir a sua sobrevivência. Assim, acontece uma relação de troca: por um lado as pessoas disponibilizam suas competências para as organizações visando o seu sustento e, por outro, as organizações pagam por esse esforço no intuito de atingir os resultados esperados (Augusto, Takahashi & Sachuk, 2008).

Para Heloani (2003), o trabalho pode ser visto sob duas perspectivas. A primeira se refere à relação entre o homem e a natureza, à medida que ele a transforma em algo útil. A segunda diz respeito à relação social entre os homens, implicando em uma transformação do próprio homem. Voutyras (*apud* Bittar, 1997, p. 23) salienta que o "trabalho não é apenas uma

necessidade, mas uma oportunidade para que o indivíduo possa alcançar seu potencial de dignidade." Dessa forma, o trabalho representa um meio que possibilita, ao homem, tanto a garantia de seu desenvolvimento quanto da sua dignidade. De modo complementar, Fox (*apud* Bittar, 1997, p. 24) acrescenta que o trabalho tem como sentidos:

Proporcionar oportunidade do indivíduo se relacionar com a sociedade, preencher a expectativa social de que as pessoas desempenham um trabalho útil, atender as necessidades sociais de interação, habilitar o indivíduo a manter o status e autorrespeito, estruturar a passagem do tempo (estabelece rotina) e separar o indivíduo de problemas e emoções pessoais.

Para Bittar (1997), o trabalho moderno assume seu caráter de instituição social, tornando possível a sua organização de modo racional e viabilizando o estudo das relações que se formam a partir do mesmo, ou seja, as relações de trabalho. Para Dejours (1992, p. 75), estas se constituem em "todos os laços humanos criados pela organização do trabalho: relações com a hierarquia, com as chefias, com a supervisão, com os outros trabalhadores".

Em 2001, Daniel Pink (2001), na obra *Free Agent Nation,* já indicava o surgimento de um mundo em que o paradigma dominante do trabalho seria marcado por uma série de transações entre um trabalhador e uma empresa e não mais em uma relação duradoura. Essa tendência está sendo muito potencializada pelas inovações tecnológicas. Atualmente, a economia, as organizações e o mercado de trabalho alteraram, significativamente, a relação do homem com o trabalho, com impacto em novas formas de contratos sociais, exigências de novas competências, segmentação da oferta do trabalho e no surgimento da chamada "nuvem humana", em que os empregadores e usuários acessam trabalhadores, localizados em qualquer parte do mundo. Surge, então, a nova economia sob demanda, em que prestadores de serviços não são mais empregados no sentido tradicional, mas são trabalhadores independentes, que realizam tarefas específicas e devem seguir múltiplas carreiras para assegurar sua subsistência.

Nos tempos atuais, marcados pela Quarta Revolução Industrial e com intensas revoluções tecnológicas, as discussões sobre o futuro do trabalho se intensificam ao redor do mundo. No Brasil, tem-se o registro de uma taxa de desemprego de 14,1% no segundo trimestre de 2021 (Ibge, 2021), e as preocupações sobre o futuro do emprego não constituem agenda do poder público e, quando acontecem, circulam entre pequenos grupos da Academia e/ou da Indústria, mas sem o estabelecimento de políticas públicas para o enfrentamento das automatizações que podem afetar, sobremaneira, a quantidade de pessoas ocupadas e o volume da população economicamente ativa.

Estudo intitulado "Na era das máquinas, o emprego é de quem?" são levantadas várias estimativas e probabilidades de automação de ocupações no Brasil (Albuquerque *et al.,* 2019). O material confirma discussões que indicam que quanto mais complexa é uma ocupação em termos de nível de preparo menor é a probabilidade de automação dessa ocupação. Ou seja, as ocupações que necessitam de um nível elevado de preparo são mais difíceis de serem automatizadas, pois há muitos detalhes na execução das tarefas correspondentes a essas ocupações, o que restringe, pelo menos no curto prazo, a chance dessa automatização.

De certo, já é possível perceber que categorias de trabalho, particularmente aquelas que envolvem o trabalho mecânico, repetitivo e trabalho manual de precisão, já estão sendo automatizadas. Até o momento, a evidência é a seguinte: a Quarta Revolução Industrial parece estar criando menos postos de trabalho nas novas indústrias do que outras revoluções.

Além dos impactos na automatização de atividades mais repetitivas e operacionais, há o surgimento/demandas por novos produtos, serviços e, notadamente, competências e habilidades para os profissionais do presente e futuro. Dado que as atividades repetitivas são aquelas objeto de maior grau de automatização, pois demandam conhecimentos e habilidades menos criativas, inovativas e cognitivas há de se crer na hipótese de que a nova configuração do mundo do trabalho vai demandar postos, cujos ocupantes serão aqueles com habilidades

sociais, analíticas, capazes de tomar decisões em ambientes de incertezas com que transpirem inovação.

No relatório *Future Of Jobs do Fórum* é apresentada uma pesquisa que indica que, em 2020, a demanda recairia muito mais sobre habilidades de resolução de problemas complexos, competências sociais e de sistemas, e menos sobre habilidades físicas ou competências técnicas específicas (Wef, 2018). O relatório conclui que os próximos cinco anos serão um período crucial de transição, em que as perspectivas de emprego global serão achatadas, mas há uma rotatividade significativa entre empregos nas indústrias e rotatividade de habilidades na maioria das profissões.

2.1 IMPACTOS DAS NOVAS TECNOLOGIAS NO SETOR PORTUÁRIO

O setor portuário é uma atividade presente ao longo da história da sociedade mundial e até hoje se constitui em um importante segmento da economia mundial. Trata-se de atividade presente desde a Antiguidade, que só se firma como profissão no mundo moderno, a partir do final do século XIX." (Queiróz & Diéguez, 2019).

Os últimos 50 anos do século XX foram de mudanças no trabalho portuário. Seja em virtude dos processos de modernização e privatização dos portos, seja em razão das transformações ocorridas no processo de trabalho. É possível dizer que o trabalho portuário, no mundo inteiro, adquiriu novas feições, e as formas de desenvolver a atividade portuária foram modificadas (Queiróz & Diéguez, 2019).

Os primeiros portos que a história conhece eram de natureza pública. Os trabalhadores portuários eram denominados de trabalhadores avulsos, sendo aqueles que exerciam suas funções em bordo, tais como estivadores (trabalhavam para os operadores portuários conforme demanda de trabalho), operadores de capatazia que trabalhavam em terra e eram empregados das companhias das docas (administradoras de portos públicos). Em 1966, foi autorizada a construção ou exploração de instalações portuárias por entidades privadas (Terminais de Uso Privativo – TUP) para sua própria movimentação.

No Brasil, de acordo com a Lei dos Portos, há duas categorias de portos: o porto organizado que é definido como um "bem público construído e aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros, e o porto de movimentação e armazenagem de mercadorias, cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária." (Brasil, 2013). O TUP é definido como "instalação portuária explorada mediante autorização e localizada fora da área do porto organizado" (Brasil, 2013).

As evoluções ocorreram de forma significativa para ambas as categorias, desde a década de 1960, de local básico de troca modal de mercadorias para a conteinerização, atuando como elo de integração modal e componente de cadeias logísticas locais e globais. A partir dos anos de 1980, os portos passaram a realizar funções de agregação de valor. Os sistemas de informação sobre o trânsito de mercadorias fundamentais para ação de portos, inclusive, passaram a contar com instalações industriais em suas proximidades, conforme Figura 1.

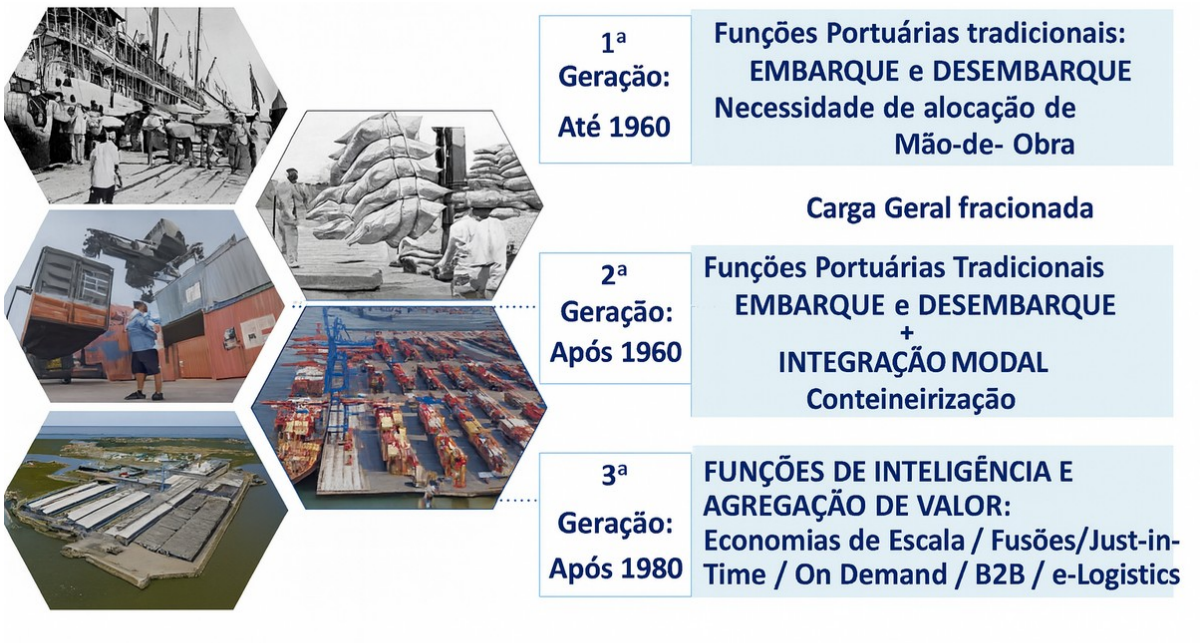


Figura 1– Evolução das gerações de portos

Fonte: Adaptado de Dooms, Van Der Lugt e De Langen (2013); Li, Dong e Sun (2015); McLaughlin e Fearon (2013); Pallis et al. (2011).

As mudanças de caráter tecnológico, ocorridas nas últimas décadas, impactaram significativamente o *modus operandi* dos portos e, consequentemente, o perfil do trabalhador portuário. No caso dos portos organizados (públicos):

> Aquele trabalhador que carregava sacas (às vezes pilhas de 4/5 sacas) se transformou no operador de *porteiner*, *transteiner*, motorista de navio Ro-Ro (aquele que embarca os carros), o operador de *trailler*, embora permaneça ainda, em menor escala, o trabalho com as sacarias. O trabalhador que embarcava tonéis de suco de laranja não mais existe, pois na atualidade, o suco é embarcado diretamente nos navios. (Queiróz & Diéguez, 2019, p. 12).

Vale lembrar que os navios se transformaram para dar resposta ao intenso comércio globalizado. Dessa forma, a imagem do trabalhador portuário como aquele que exerce sua atividade baseada na força muscular e cujo contexto é masculino não retrata mais o trabalhador portuário. As mudanças também impactaram os Terminais de Uso Privado (TUPs), onde trabalhadores que operavam máquinas em cabines hoje fazem suas atividades em salas de controle e podem operar mais de uma máquina ao mesmo tempo, além de ter imposto sobre o trabalho, para as novas demandas de qualificação/formação seguirem na operação e/ou manutenção de equipamentos que trazem muitos recursos tecnológicos (Queiróz & Diéguez, 2019).

Importante atentar que, com todas as mudanças na forma de realizar as atividades na operação de um porto, a formação dos trabalhadores também deve mudar para garantir manutenção dos empregos e alinhamento da academia com a indústria, para o desenvolvimento de novas habilidades e conhecimentos que vão garantir a formação do novo operador portuário.

A automação do processo de trabalho portuário é uma realidade enfrentada por trabalhadores portuários do mundo inteiro, tornando-se preocupação da Organização Internacional do Trabalho (OIT) ainda na década de 1970. Em 1975, a Conferência Internacional do Trabalho publicou a Convenção nº 137 reconhecendo que o aumento da automação no processo de trabalho portuário significava a necessidade de garantir empregos permanentes ou renda mínima aos trabalhadores portuários (OIT, 1975).

As novas tecnologias claramente impactam no surgimento de uma nova forma de trabalho, cujo perfil vem se desenhando, mas que já deixa clareza em alguns pontos: sobre a economia há uma tendência mais otimista que indica que a Quarta Revolução Industrial irá desencadear aumento de produtividade e maior crescimento econômico, mas existe um grupo mais pessimista que afirma que as contribuições mais marcantes da Quarta Revolução Industrial sobre a produtividade já estão acabando. Posição que parece frágil, dado que nem se conhece tudo que esta revolução apresenta em termos de novas tecnologias.

Sobre o emprego, pelo menos no curto prazo, não há como negar o impacto negativo das novas tecnologias. As novas tecnologias estão mudando drasticamente a organização e disponibilização das ocupações (efeito destrutivo). O que se espera é que esse feito destrutivo venha acompanhado de um efeito catalisador, em que as demandas por novos bens e serviços aumente e leve à criação de novas ocupações, organizações e, até mesmo, de parques industriais.

A Lei nº 8.630 (Lei de Modernização dos Portos) é um marco importante para a modernização do sistema portuário. Após esse fato, a administração dos portos deixou de ser exclusivamente centralizada, podendo as cargas serem movimentadas tanto por terminais privados quanto públicos. Esses últimos são administrados pelas Companhias Docas, porém, foram arrendados para operadores privados após a entrada em vigor da Lei nº 8.630/93, trocando o papel das Companhias Docas de serem operadores portuários para serem autoridades portuárias (Brasil, 1993).

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada para esta investigação envolveu várias etapas interconectadas, iniciando com uma pesquisa documental. Essa fase focou na análise de materiais e publicações existentes que abordaram as transformações tecnológicas e digitais no contexto do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira, São Luís. O objetivo era obter uma compreensão aprofundada do assunto, explorando manuais corporativos e de publicações especializadas – com foco corporativo, sobretudo - no setor portuário relevantes para estabelecer uma base sólida para a pesquisa.

As entrevistas foram realizadas conforme a representatividade dos participantes por cargo. Incluiu-se gestores do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira, especificamente gerentes que supervisionavam operadores ou mecânicos, conforme detalhado no organograma do estudo. Ex-empregados que ocuparam posições relevantes também foram entrevistados, com uma amostra representativa de 5% de ex-funcionários de cada função. Além disso, empregados ativos nas funções em foco na pesquisa e profissionais de Recrutamento e Seleção, responsáveis pelos processos seletivos durante o período de observação, também foram consultados. Esta diversidade de perspectivas foi vital para uma compreensão holística do ambiente de trabalho e das transformações ocorridas.

A análise de conteúdo desempenhou um papel central na metodologia, utilizando os dados coletados para abordar a questão de pesquisa proposta. Esta análise foi uma ferramenta para desvendar padrões, temas e insights a partir dos dados.

Por fim, o processamento dos resultados da pesquisa foi realizado, empregando análises de conteúdo que foram apresentadas de maneira diversificada, incluindo narrativas, gráficos, tabelas e transcrições de entrevistas. As conclusões da pesquisadora foram formuladas com base em todas as informações coletadas, proporcionando uma visão abrangente e bem fundamentada do tema estudado.

Para preservar a confidencialidade dos participantes nas entrevistas, um sistema de codificação foi utilizado. Ex-empregados foram identificados com o código "EX" e os empregados ativos com "EA", garantindo o anonimato e a integridade dos dados coletados. Este aspecto ético foi crucial para a credibilidade e a validade do estudo.

4. AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE TRABALHO NO TERMINAL MARÍTIMO PONTA DA MADEIRA

O Terminal Marítimo de Ponta da Madeira iniciou suas operações em 1986, quando a Vale ainda era estatal. O Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM), situado na Baía de São Marcos em São Luís, Maranhão, enquadra-se na categoria de TUPs, terminais denominados pelo Governo Federal de Terminais de Uso Privado – antes Terminal de Uso Privativo. É um empreendimento cuja exploração das atividades portuárias ocorre sob o regime e responsabilidade da iniciativa privada. O TMPM é o líder nacional em movimentação, com 191 milhões de toneladas de minério de ferro, o que representa 26% de toda carga movimentada no Brasil em 2020, de acordo com a Antaq (2022).

O TMPM é especializado na exportação de minério de ferro e manganês, sendo administrado pela Vale. Esta empresa, uma das líderes globais em mineração, tem presença em 26 países espalhados pelos cinco continentes e possui sua sede no Brasil. A Vale opera um complexo sistema integrado de mina, ferrovia e porto, sendo essencial para as operações portuárias do Brasil. Em 2020, foi responsável por aproximadamente 14,57% do movimento de mercadorias no país (Antaq, 2021).

A exploração de um dos maiores depósitos de minério de ferro do mundo, situado na Serra do Carajás no Pará, envolve um sistema integrado que inclui a Estrada de Ferro Carajás (EFC). Esta ferrovia de alta capacidade conecta as minas à costa, terminando no Terminal Marítimo Ponta da Madeira (TMPM), de onde o minério é exportado para clientes internacionais. Este complexo faz parte do Sistema Norte da VALE, que também compreende as minas a céu aberto na Serra de Carajás e uma usina de beneficiamento de minério, todas conectadas pela EFC (Cutrim et al., 2016, p. 3).

Importante destacar que o TMPM integra o sistema produtivo mina-ferrovia-porto para produção, transporte e exportação, principalmente, de minério de ferro e envolve instalações e equipamentos de grande porte e de operação automatizada, conforme ilustra a Figura 2.

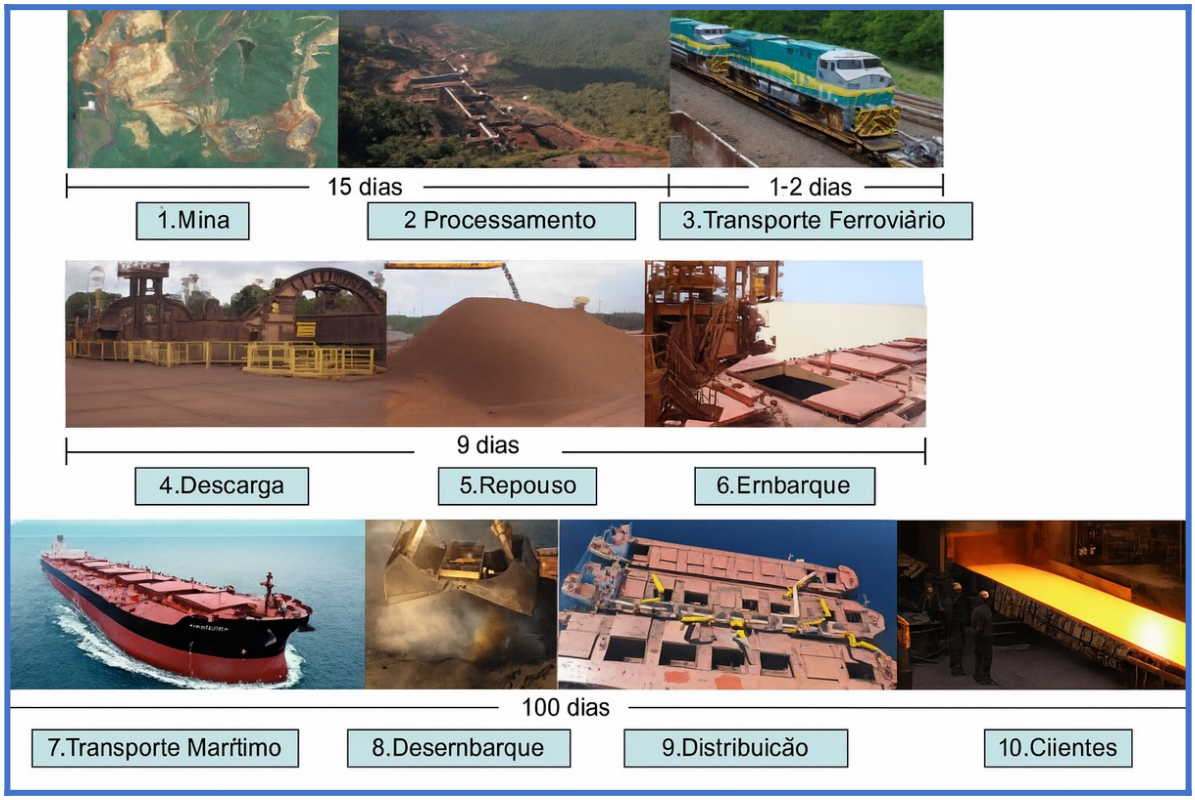


Figura 2 - Cadeia Prodtiva da Vale

Fonte: autora

Segundo Cutrim e colaboradores (2017), o TMPM é composto por três operações básicas: descarga e recepção do minério de ferro; encaminhamento para os pátios de estocagem para aguardar embarque; e recuperação e translado para embarque nos navios que são realizados por quatro conjuntos de equipamentos (viradores de vagões; recuperadoras e empilhadeira recuperadora; correias transportadoras; e os carregadores de navio.

O TMPM conta com seis viradores de vagão (VV) com capacidade de manuseio de 8.000 t/h. O minério de ferro é descarregado na estação de VV, chegando ao terminal em trens com mais de 300 vagões. A partir da estação de VV, o minério é transportado por correias até os pátios de estocagem, compostos por 11 áreas de depósito do minério, em um total de 625.000 m^3, cuja capacidade estática é de 10,5 milhões de toneladas. O empilhamento apresenta técnicas próprias de realização e é processado por duas empilhadeiras com capacidade de 16.000 t/h e uma de 8.000 t/h. Sua operação é automatizada a partir do Centro de Controle e Operações do Porto, localizado junto ao pátio. O mesmo acontece com as três recuperadoras (RP), com capacidade de 8.000 t/h cada, e as quatro empilhadeiras/recuperadoras (ER) de 8.000 t/h. Os principais equipamentos que realizam a operação básica do TMPM podem ser visualizados na Figura 3.

Br. J. Ed., Tech. Soc., v.19, n.3, Jul-Set, p.787-805, 2026
DOI https://doi.org/10.14571/brajets.v19.n3.787-805
ISSN 2316-9907



Figura 3 - Principais processos e equipamentos da cadeia produtiva do TMPM

Fonte: autora

Cada processo (virador de vagões, empilhadeiras, carregador de navio) conta com uma estrutura organizacional composta por gerentes, supervisores e equipes de controle e execução.

A Figura 4 apresenta a vista aérea do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira, em que é possível observar os grandes processos que constituem as operações portuárias, onde cada processo demanda uma estrutura de manutenção para manter a atividade fim (embarque de cargas e, principalmente, minérios) funcionando. Tal estrutura vem evoluindo de forma significativa nos últimos anos.



Figura 4 - Vista aérea do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira

Fonte: autora

Esse é o contexto das operações impactadas pelas transformações tecnológicas no Terminal.

Importante já destacar que houve o deslocamento de atividades do macroprocesso para operações remotas e autônomas. As operações remotas são aquelas cujos equipamentos são operados por profissionais sem que estejam fisicamente no local. O trabalhador, por sua vez, controla as máquinas/equipamentos de um ponto distante através do auxílio de recursos tecnológicos em cabines de comando instaladas em furgões, containers ou mesmo escritórios.

Na operação autônoma, os equipamentos são controlados por sistemas de computador, GPS, radares e inteligência artificial e monitorados por operadores em salas de comando a quilômetros de distância das operações, o que traz mais segurança para a atividade. Equipamentos operados de forma autônoma, geralmente não têm cabine e operam totalmente sem a presença de operadores, seguindo um ciclo repetitivo e predefinido. O equipamento é guiado por meio de sensores, câmeras ou drones que vão lendo marcações feitas ao longo da rota ou por posicionamento via satélite. Neste caso o operador apenas visualiza/observa se os parâmetros imputados nos sistemas operacionais estão ocorrendo normalmente.

Os viradores de vagões foram os primeiros equipamentos a migrarem de operação em cabine para operação remota, conforme Figura 5. Havia uma condição de operação que era, segundo relatos dos entrevistados, sacrificante para os operadores (ruídos acima dos níveis permitidos, dificuldades de atendimento de condições básicas da natureza humana, exposição acentuada ao risco etc.) e uma boa perspectiva de automatização, dado que a operação do equipamento envolvia movimentos repetitivos, sendo necessário, apenas, o sensoriamento (baixo custo de automatização).



Figura 5 - Evolução da operação dos viradores de vagões (da cabine para sala de controle)
Fonte: autora

Em seguida, o processo de migração da operação de cabine para remoto ocorreu nas máquinas de pátio, recuperadoras e empilhadeiras. As recuperadoras têm a função de tratamento e diminuição de umidade, interagem diretamente com a pilha de minério, sendo que o *software* para controle, varia de acordo com o tipo de produto, e sua operação depende de fatores externos, como por exemplo a chuva, sendo, portanto, considerado um equipamento mais complexo. Já as empilhadeiras são consideradas equipamentos de movimentos simples, *software* de controle também classificado como simples. Neste macroprocesso observam-se as maiores inovações na forma de operar no TMPM, já sendo possível, inclusive que as operações ocorram de forma autônoma.

Br. J. Ed., Tech. Soc., v.19, n.3, Jul-Set, p.787-805, 2026
DOI https://doi.org/10.14571/brajets.v19.n3.787-805
ISSN 2316-9907

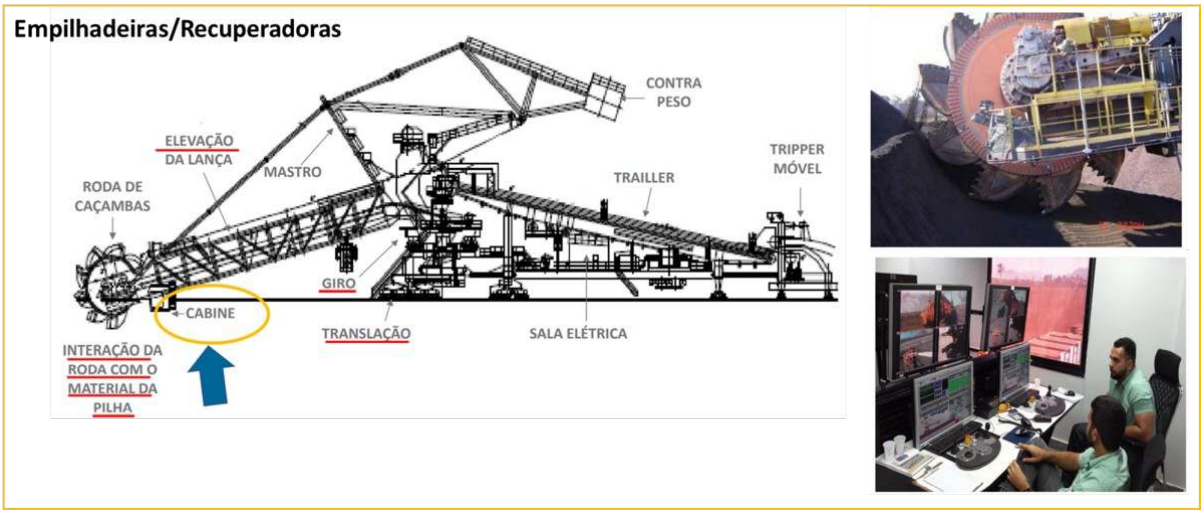


Figura 6 - Visão operação de máquinas de pátio (antes de 2010 e 2020)
Fonte: autora

Os carregadores de navio foram os últimos equipamentos a entrarem em processo de operação remota/automatização. Até 2020, a operação seguia, exclusivamente, *in loco* (cabine), mas os projetos de automatização estão em curso (dezembro de 2022) e os testes foram acelerados em virtude de um acidente que ocorreu em 14 janeiro de 2021 com potencial de gravidade e que poderia ter vitimado uma operadora que estava na cabine do equipamento. Após o acidente, a empresa fez o seguinte comunicado:

A Vale informa que o incidente ocorrido na madrugada da última quinta-feira, dia 14/1, em um de seus carregadores de navio do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira, em São Luís, no Maranhão, foi contido sem vítimas, nem danos ambientais. O Terminal continua em operação, sem impacto nas programações mensais de embarques de minério. O local afetado passa por avaliação e as causas do incidente estão sendo apuradas (Vale, 2021).

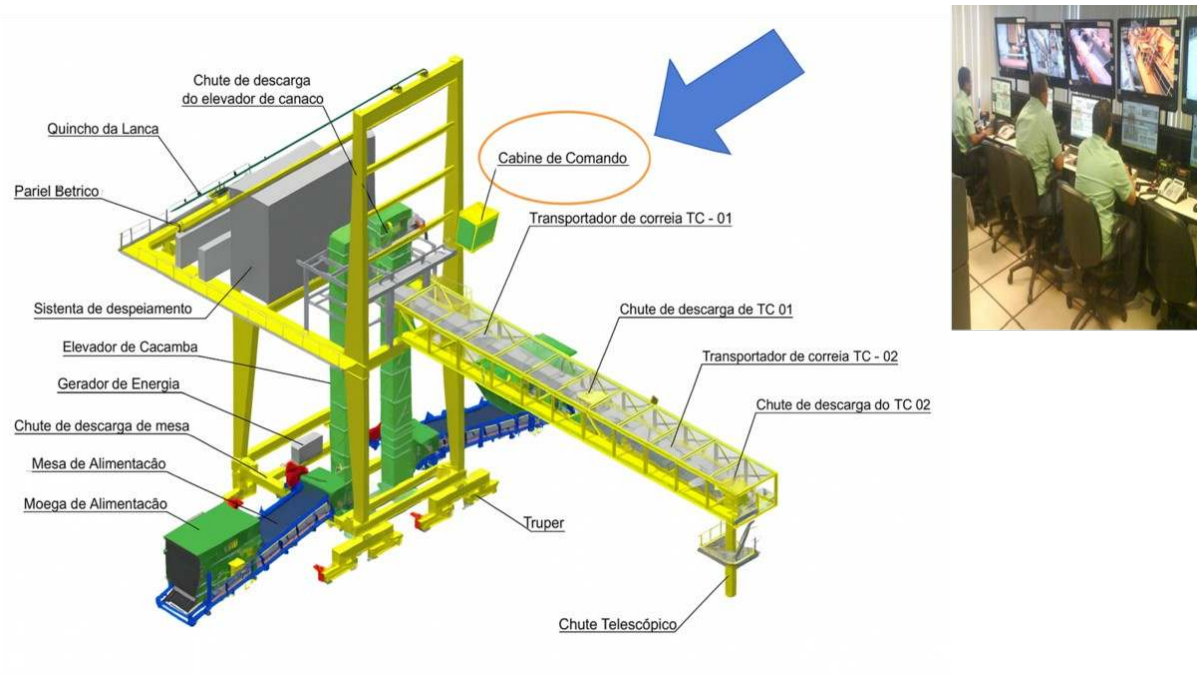


Figura 7 - Visão atual e futura da forma de operação de um carregador de navio
Fonte: autora

Diante dessas mudanças nos processos operacionais, o efetivo geral do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira apresentou estabilidade entre 2015-2017 e declínio a partir de 2018, conforme o gráfico 1.

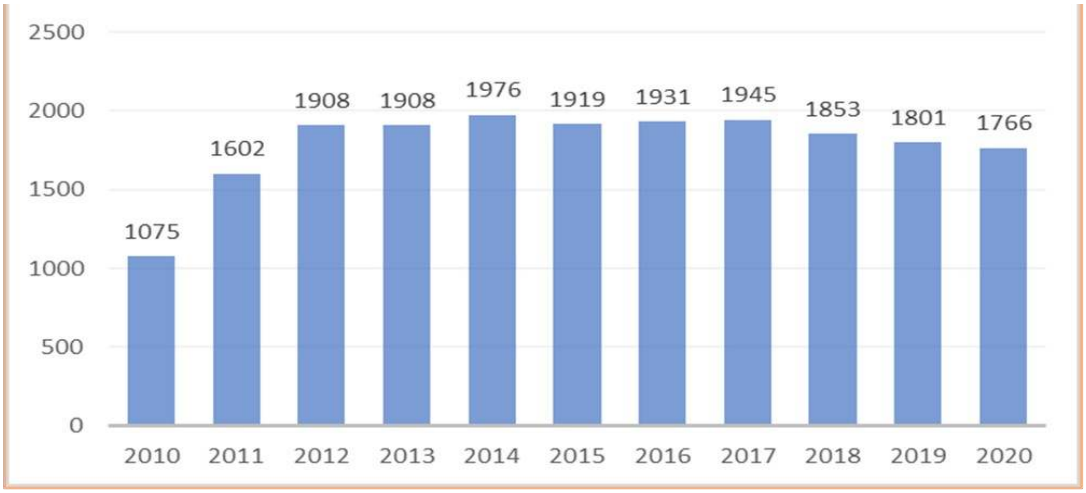


Gráfico 1 - Efetivo Geral TMPM 2010 - 2020

Fonte: autora

Sobre o quantitativo de pessoas em posições de operador e mecânico, no período de 2010 a 2020, há um comportamento muito parecido com o do efetivo geral.

Ao analisar os dados dos trabalhadores em posições iniciais, isto é, os operadores de equipamentos e mecânicos, observa-se que houve um aumento significativo de Mecânicos entre 2010 e 2012, quando o número saltou de 81 para 250, iniciando uma trajetória de declínio a partir daquele ano e chegando a 2020 com 87 trabalhadores. Por outro lado, o número de Operadores saiu de 38 em 2016 e chegou a 121 em 2020.

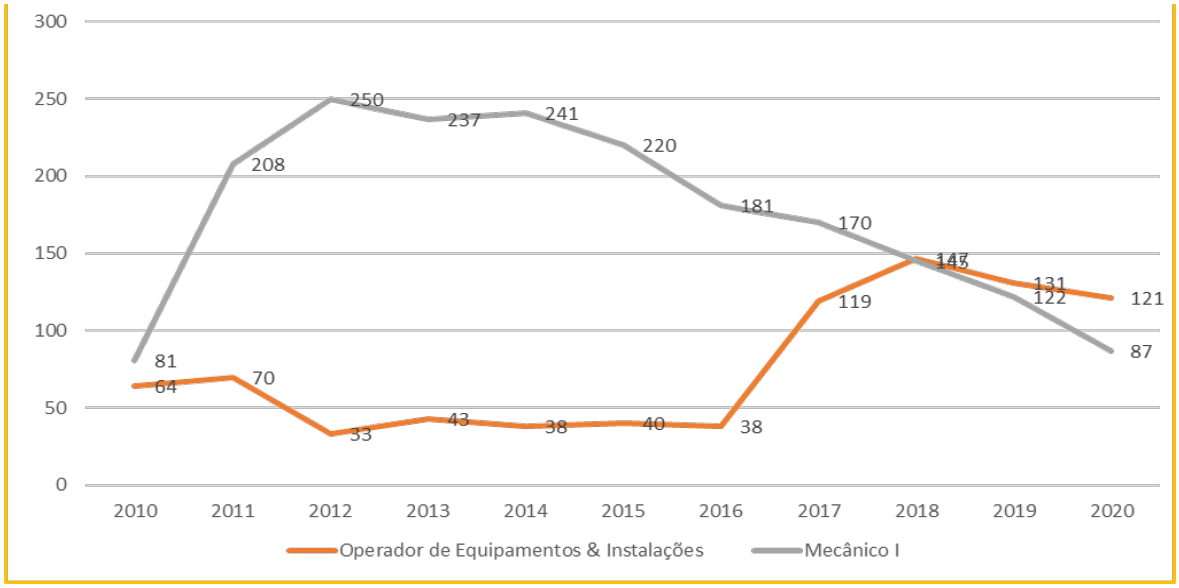


Gráfico 2 - Efetivo posições iniciais x anos

Fonte: autora

A mudança no contingente de trabalhadores indica uma mudança relacionada ao perfil dos postos de trabalho, que se tornaram mais automatizados e incorporaram recursos tecnológicos.

É isso que indica a análise do número de equipamentos utilizados no Terminal. O número de equipamentos do processo produtivo (viradores, máquinas de pátio e carregadores de navio) entre 2010 e 2020 teve um salto de 15 para 33.

Além disso, entre 2010 e 2020 a quantidade de equipamentos no processo produtivo experimentou um crescimento, refletindo um foco estratégico na ampliação da capacidade operacional. Inicialmente, em 2010, o conjunto era composto por 15 unidades - 4 viradores, 8 máquinas de pátio, e 3 carregadores de navio. Em 2015, esse número aumentou para 24, com incrementos em todas as categorias, indicando uma fase de expansão. Até 2020, o total de equipamentos ascendeu a 33, com 8 viradores, 17 máquinas de pátio e 8 carregadores de navio, evidenciando um desenvolvimento contínuo e uma adaptação para atender a demandas produtivas crescentes.

Nota-se que o maior incremento de máquinas ocorreu no processo de estocagem e tratamento, onde ficam os chamados pátios de minérios e os equipamentos, empilhadeira e máquina de pátio. Esse processo encontra-se 100% automatizado.

A evolução do processo produtivo do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira se deu de forma gradual e independente, ou seja, alguns processos seguiram planos de automatização diferentes de outros, sempre considerando o tripé *segurança x produtividade x probabilidade de automatização das máquinas já existentes e investimentos necessários* no parque industrial do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira.

Consoante a esses processos é possível observar aspectos importantes da evolução dos processos de recebimento (viradores), estocagem (máquinas de pátio) e destino (carregadores de navio).

No quadro 1 estão resumidas as mudanças relacionadas ao Virador de Vagões.

Quadro 1 - Destaques da evolução do processo de recebimento TMPM

Equipamento	Antes de 2010	2010 - 2021
Virador de Vagões	Operação em Cabine/01 operador por máquina.	Operação Automática / 01 operador para 02 máquinas
	Homem fisicamente operando na cabine interna do equipamento.	Mínimo de interferência humana, com uso múltiplos sensores que conferem o posicionamento de todos os movimentos da máquina, garantindo a segurança da operação. Indústria 4.0. Operador confirma operação de destino do material e gerencia alertas de falhas do sistema para correção física e inicia a operação.
	Maior campo de visão e maior percepção do operador quanto a colisão ou presença de defeitos e necessidade de limpeza. Intangível: sentimento de propriedade física.	Maior campo de visão e maior percepção do operador quanto a colisão ou presença de defeitos e necessidade de limpeza. Intangível: sentimento de propriedade física.
	Ergonomia inapropriada, Operador em risco em caso de colisão ou colapso do equipamento, logística necessária para atendimento das condições básicas do operador.	Necessidade de equipes altamente especializada para manutenção dos sistemas embarcados; Maior numero de componentes necessários para manter a maquina em operação, maior chance de falha. Redução do contato sensitivo dos operadores com a máquina.

Fonte: autora

Verifica-se que antes de 2010, a operação do Virador de Vagões era realizada manualmente com um operador por máquina, localizado fisicamente na cabine interna do equipamento. Isso

proporcionava ao operador um amplo campo de visão e maior percepção de colisões, defeitos e a necessidade de limpeza, mas também resultava em ergonomia inadequada e maior risco em caso de colisão ou falha do equipamento. A logística necessária para atender às condições básicas do operador também era uma consideração.

Em 2010, a operação passou a ser semiautomática, com um operador gerenciando duas máquinas. A intervenção humana foi minimizada, com sensores ajudando no posicionamento de todos os movimentos da máquina, garantindo a segurança da operação e integrando-se ao conceito de Indústria 4.0. O operador era responsável por confirmar a operação de destino do material e gerenciar alertas de falhas, com uma redução no contato sensível entre operador e máquina.

Entre 2020 e 2021, o sistema evoluiu para uma operação quase completamente automática. Ainda com um operador responsável por duas máquinas, os avanços tecnológicos reduziram ainda mais a interferência humana. No entanto, isso trouxe a necessidade de equipes altamente especializadas para manutenção, aumentou o número de componentes necessários para manter as máquinas em operação e, consequentemente, a chance de falhas. A percepção do operador quanto a colisões, defeitos e necessidade de limpeza permaneceu elevada, e manteve-se o sentimento intangível de propriedade sobre o equipamento.

No quadro 2, observam-se as mudanças no processo de estocam do terminal a partir da incorporação de recursos tecnológicos.

Quadro 2 - Destaques da evolução do processo de estocagem do TMPM

Equipamento	Antes de 2010	2010	2020/2021
Máquinas de Pátio (Empilhadeiras e Recuperadoras)	Operação em Cabine/01 operador por máquina	Operação Remota/Semi Automática/01 Operador por máquina	01 operador para 03 máquinas
	Homem fisicamente operando na cabine interna do equipamento.	Homem fisicamente operando numa sala a centenas de metros de distância do equipamento. utiliza CFTV para permitir a visualização e operação das máquinas e inserindo parâmetros de controle e acompanhando a operação sem necessidade de comando contínuo.	Mínimo de interferência humana, com uso de radares para escaneamento de terreno.
	Maior campo de visão e maior percepção do operador quanto a colisão ou presença de defeitos	Melhora a condição de trabalho do operador, reduz a exposição a risco de acidente , maior produtividade em trocas de turno	Menor variabilidade na produção, chance de erro humano no processo; Maior produtividade de operador por máquina.
	Ergonomia inapropriada, Operador em risco em caso de colisão ou colapso do equipamento, logística necessária para atendimento das condições básicas do operador.	Maior especialização da manutenção para os sistemas embarcados, menor sensibilidade ao identificar colisões/vibrações	Menor variabilidade na produção, chance de erro humano no processo; Maior produtividade de operador por máquina.

Fonte: autora

Verifica-se que as Máquinas de Pátio do TMPM tiveram sua operação transformada ao longo dos anos. Antes de 2010, o controle era realizado diretamente na cabine com um operador por máquina, o que proporcionava ampla visibilidade, mas implicava em ergonomia inadequada e riscos de segurança. A operação exigia presença física e uma logística complexa para suporte ao operador.

Com a chegada de 2010, a operação evoluiu para um modelo semi-automático e remoto. Um operador passou a gerenciar várias máquinas a distância, utilizando CCTV para

visualização, melhorando as condições de trabalho e reduzindo o risco de acidentes. A manutenção se tornou mais especializada, aprimorando a detecção de colisões. Na virada para 2020/2021, a automação avançou ainda mais, com um operador para três máquinas, minimizando a interferência humana com o auxílio de radares para escaneamento do terreno, o que resultou em menor variabilidade na produção e aumento da produtividade do operador por máquina.

No quadro 3, por fim, estão apresentadas as mudanças relacionadas aos Carregadores de Navio, último dos macroprocessos.

Quadro 3 - Destaques da evolução do processo de destino do TMPM

Equipamento	Antes de 2010	2010 - 2021
Carregadores de Navio	Operação em Cabine/01 operador por máquina	Início de testes com Operação Remota / 01 operador por máquina
	Homem fisicamente operando na cabine interna do equipamento.	Homem fisicamente operando numa sala a centenas de metros de distância do equipamento. utiliza CFTV para permitir a visualização e operação das máquinas e inserindo parâmetros de controle e acompanhando a operação sem necessidade de comando contínuo.
	Maior campo de visão e maior percepção do operador quanto a colisão ou presença de defeitos	Melhora a condição de trabalho do operador, reduz a exposição a risco de acidente , maior produtividade em trocas de turno
	Ergonomia inapropriada, Operador em risco em caso de colisão ou colapso do equipamento, logística necessária para atendimento das condições básicas do operador.	Maior especialização da manutenção para os sistemas embarcados, menor sensibilidade ao identificar colisões/vibrações. Redução do contato sensitivo dos operadores com a máquina

Fonte: autora

Observa-se que os Carregadores de Navio do TMPM também passaram por uma evolução significativa nos processos operacionais. Antes de 2010, cada operador controlava um carregador de navio diretamente da cabine do equipamento, beneficiando-se de um amplo campo de visão e percepção imediata sobre possíveis colisões ou defeitos. No entanto, essa operação expunha o operador a riscos de segurança devido à ergonomia inadequada e exigia logística adicional para suportar as necessidades básicas do operador.

Em 2010, o sistema começou a ser testado para operação remota, permitindo que um operador gerenciasse o equipamento a partir de uma sala de controle, usando CCTV para melhor visualização e controle das máquinas. Essa mudança melhorou as condições de trabalho, diminuiu os riscos de acidentes e aumentou a produtividade, especialmente durante as trocas de turno. Até 2020/2021, a necessidade de especialização em manutenção dos sistemas aumentou, e a sensibilidade na detecção de colisões e vibrações foi reduzida. Isso

resultou em uma diminuição da interação tátil entre operadores e máquinas, indicando uma tendência para uma maior automação e eficiência operacional.

As mudanças tecnológicas nas operações resultaram na perda de postos de trabalho? Observa-se na tabela 1 a descrição evolutiva no contingente de trabalhadores nos postos operacionais analisados.

Tabela 1 - Quantitativo de Posições de trabalho no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira

Processo	Cargo/função	Período										
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Operação	Operador de Equipamentos & Instalações	64	70	33	43	38	40	38	119	147	131	121
Manutenção	Mecânico I	81	208	250	237	241	220	181	170	145	122	87
Total	Total	145	278	283	280	279	260	219	289	292	253	208

Fonte: Relação de Empregados (Vale, 2020).

No âmbito da Operação, o cargo em destaque é o de "Operador de Equipamentos & Instalações". Observa-se que o número de operadores começou em 64 em 2010, teve um pico em 2018 com 147 posições, e em 2020 registrou uma diminuição para 121. Na categoria de Manutenção, a função de "Mecânico I" começou o período com 81 empregados em 2010, atingiu o pico em 2012 com 250, e viu uma redução significativa para 87 em 2020. O total de posições de trabalho combinadas teve um aumento inicial, de 145 em 2010 para 283 em 2012, e após algumas flutuações ao longo dos anos, encerrou o período em 2020 com um total de 208 posições. Isso sugere mudanças nos processos operacionais ou de manutenção que impactaram a força de trabalho ao longo dos anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término desta investigação, emerge um panorama claro sobre a profundidade das transformações desencadeadas pela implementação de novas tecnologias no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira. A análise realizada permite concluir que o setor portuário, representado aqui por um de seus mais importantes terminais, não está imune aos imperativos da Quarta Revolução Industrial. Pelo contrário, o estudo de caso do TMPM elucida como a automação e a digitalização reconfiguram de maneira drástica não apenas os processos produtivos, mas, fundamentalmente, as relações e a própria natureza do trabalho.

Evidenciou-se, primeiramente, a materialização da transição tecnológica por meio da evolução dos equipamentos de operação e manutenção, que migraram de um paradigma manual e presencial para sistemas de controle remoto e, em estágio mais avançado, para operações com alto grau de autonomia. Essa reconfiguração respondeu ao objetivo de analisar as mudanças tecnológicas, demonstrando que a principal consequência foi o deslocamento da demanda por competências, da força física e da destreza manual para a capacidade de monitoramento, gestão de sistemas complexos e tomada de decisão baseada em dados. Concomitantemente, a investigação do impacto quantitativo na força de trabalho revelou uma dinâmica mais complexa do que uma simples supressão de postos. O crescimento inicial do contingente, seguido por uma retração, sugere um ciclo em que a implementação tecnológica primeiro amplia a demanda por manutenção especializada, para, em uma fase de maturação e otimização, promover uma redução líquida do efetivo, consolidando a eficiência operacional.

As implicações destes achados transcendem o caso específico do TMPM, posicionando-o como um microcosmo das tendências globais que afetam o futuro do trabalho. Fica demonstrado que a adaptação às novas tecnologias é um processo que exige mais do que investimentos em infraestrutura; ele demanda um novo pacto social em torno da requalificação

profissional e da formação contínua. A experiência analisada reforça a tese de que, na nova economia digital, a empregabilidade e a competitividade estarão intrinsecamente ligadas à capacidade de adaptação e ao aprendizado constante dos trabalhadores.

Embora este estudo tenha mapeado as transformações macro no terminal, ele abre, por sua própria natureza, uma profícua agenda de pesquisa para aprofundar o entendimento dos fenômenos observados. Uma primeira vertente a ser explorada seria a dimensão qualitativa e subjetiva do trabalho, investigando, por meio de abordagens como a psicodinâmica do trabalho ou estudos etnográficos, as percepções dos próprios trabalhadores sobre essa transição, incluindo os impactos em sua saúde física e mental. Ademais, a validade externa dos resultados aqui apresentados poderia ser testada por meio de estudos comparativos com outros terminais, em diferentes contextos nacionais e estágios de automação, a fim de verificar a generalização dos padrões identificados. Por fim, uma outra linha de investigação relevante seria analisar o papel das instituições, como as entidades sindicais e a própria gestão de pessoas, na mediação desses processos de mudança, focando nas estratégias de negociação, nos programas de requalificação e nas políticas de transição de carreira adotadas. Tais estudos complementariam a visão aqui apresentada, enriquecendo o debate sobre a complexa e contínua interação entre tecnologia, trabalho e sociedade.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Transportes Aquaviários. (2020). *Anuário estatístico anuaviário*. http://web.antaq.gov.br/Anuario/

Agência Nacional de Transportes Aquaviários. (2021). *Anuário estatístico 2021*. http://portal.antaq.gov.br/index.php/estatisticas/

Albuquerque, P. H. M., de Menezes, P. R. A., de Almeida, T. F. R., de Morais, G. T., & Cravo, T. A. (2019). *Na era das máquinas, o emprego é de quem? Estimação da probabilidade de automação de ocupações no Brasil*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Augusto, C. A., Takahashi, L. Y., & Sachuk, M. I. (2008). Impactos da inovação tecnológica na competitividade e nas relações de trabalho. *Caderno de Administração*, *16*(2), 57–66.

Bittar, L. T. (1997). *O sentido do trabalho: Algumas reflexões sobre o trabalho e a crise no mundo do trabalho* [Dissertação de Mestrado, Fundação Getúlio Vargas].

Cutrim, S. S., Costa, R. B., & Sousa, G. O. (2017). Seis sigma na operação e logística portuária da VALE: Estudo de caso no terminal marítimo ponta da madeira. *Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios*, *10*(Ed. esp. 1), 186–210.

Cutrim, S. S., Costa, R. B., Sousa, G. O., Ferreira, A. C., Junior, J. A. P., & Pires, G. C. M. (2016). *Aplicação da metodologia Six Sigma para redução de paradas operacionais no embarque: Estudo de caso no terminal marítimo Ponta da Madeira*. Anais do III Congresso de Ciências e Tecnologia Maranhense para o Desenvolvimento do Esporte (CIDESPORT). https://2016.cidesport.com.br/

Dejours, C. (1992). *A loucura do trabalho: Estudo de psicopatologia do trabalho*. Cortez-Oboré.

Dooms, M., Van Der Lugt, L., & De Langen, P. (2013). International strategies of port authorities: The case of the Port of Rotterdam Authority. *Research in Transportation Business & Management*, *8*, 148–157. https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2013.06.004

Faccioni Filho, M. (2016). *Internet das Coisas*. UnisulVirtual.

Fleury, A. C. C., & Fleury, M. T. L. (1997). *Aprendizagem e inovação organizacional: As experiências de Japão, Coréia e Brasil*. Atlas.

Gonçalves, C. A., Gonçalves Filho, C., & Reis Neto, M. T. (2006). *Estratégia empresarial: O desafio nas organizações*. Saraiva.

Heloani, J. R. (2003). Violência invisível. *RAE Executivo*, *2*(3), 57–61.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). *Desemprego*. https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=desemprego&searchphrase=all

Laboratório do Futuro. (2019). *O futuro do emprego no Brasil: Estimando o impacto da automação*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/publicacao/2961.pdf

Lei nº 8.630, de 25 de fevereiro de 1993. (1993). *Diário Oficial da União*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8630.htm

Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013. (2013). *Diário Oficial da União*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12815.htm

Li, C. (2016). Emprego e bem-estar social na era da inteligência artificial. *Carta Social e do Trabalho*, (34), 13–22.

Li, Y., Dong, Q., & Sun, S. (2015). Dry port development in China: Current status and future strategic directions. *Journal of Coastal Research*, *73*(sp1), 641–646.

Longo, E. (2004). *Nanotecnologia*. Anais da 56ª Reunião Anual da SBPC, Cuiabá, Brasil. http://sbpcnet.org.br/livro/56ra/banco_conf_simp/textos/ElsonLongo.htm

Loyola, S. (1999). *A automação da fábrica: A transformação das relações de trabalho*. Edição do autor.

McLaughlin, H., & Fearon, C. (2013). Understanding the development of port and regional relationships: A new cooperation/competition matrix. *Maritime Policy & Management*, *40*(3), 278–294.

Moreira, É. M. C., & Calvete, C. S. (2020). A reestruturação das organizações dos trabalhadores: reforma trabalhista e indústria 4.0. In C. S. Calvete & C. H. Horn (Orgs.), *A quarta revolução industrial e a reforma trabalhista: Impactos nas relações de trabalho no Brasil* (pp. 201–237). CirKula. https://www.ufrgs.br/fce/wp-content/uploads/2020/09/a-quarta-revolucao-industrial-e-a-reforma-trabalhista.pdf

Organização Internacional do Trabalho. (1975). *Programa de desenvolvimento do trabalho portuário – Estratégia global da OIT para seu porto*. Diretoria de Portos e Costas.

Pallis, A. A., Vitsounis, T. K., De Langen, P. W., & Notteboom, T. E. (2011). Port economics, policy and management: Content classification and survey. *Transport Reviews*, *31*(4), 445–471.

Pink, D. H. (2001). *Free agent nation: The future of working for yourself*. Warner Books.

Queiróz, M. F. F., & Diéguez, C. R. M. A. (2019). *As metamorfoses do trabalho portuário: As mudanças em contextos de modernização*. FESPSP.

Sáenz, T. W., & Capote, E. G. (2002). *Ciência, inovação e gestão tecnológica*. CNI/IEL/SENAI/ABIPTI.

Schwab, K. (2016). *A quarta revolução industrial*. Edipro.

Toledo, J. C. (1987). *Qualidade industrial: Conceitos, sistemas e estratégias*. Atlas.

VALE S.A. *Relação de empregados: relatório corporativo interno*. São Luis: Vale, 2020. [informação interna].

World Economic Forum. (2018). *The future of jobs report 2018*. https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2018

World Economic Forum. (2020). *The future of jobs report 2020*. https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020