

Gestão da produção no estaleiro de soldas: os principais benefícios da automação na soldagem de trilhos no estaleiro de soldas da Vale S.A. em São Luís – MA

Production management at the welding yard: the main benefits of automation in rail welding at the Vale S.A. welding yard in São Luís – MA

Ana Paula Santos Ribeiro¹

João Batista Mota Gomes²

Bernardo Joaquim Batalha Neto (Orientador)³

Raimundo Borges de S.Júnior (Coorientador)⁴

RESUMO

Introdução: O presente artigo sobre automação nos processos industriais constitui uma das decisões mais estratégicas no âmbito da Administração, consolidando-se como um tema de alta relevância para a Gestão da Produção ao reconfigurar a eficiência operacional, a alocação de recursos e a competitividade das organizações. **Objetivo:** Este estudo tem como objetivo geral analisar os principais benefícios da automação na soldagem de trilhos no Estaleiro de Soldas da Vale S.A., em São Luís – MA, considerando aspectos relacionados à segurança do trabalho, redução de custos e melhoria da qualidade operacional. **Materiais e Método:** A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso descritivo com abordagem quanti-qualitativa. O universo da pesquisa compreendeu o corpo técnico e gerencial da unidade, sendo a amostra composta pelos profissionais da organização. A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário semi estruturado, além da análise de documentos internos da empresa. **Resultados:** Os resultados evidenciaram que a automação proporcionou maior padronização técnica dos trilhos soldados, redução da exposição dos trabalhadores a riscos ocupacionais, otimização de recursos e aumento da produtividade. **Contribuição Científica:** O estudo contribui para a Administração ao adensar sobre a

¹ Bacharel em Administração. Centro Universitário Santa Terezinha - CEST. São Luís, Maranhão, Brasil.

² Bacharel em Administração. Centro Universitário Santa Terezinha - CEST. São Luís, Maranhão, Brasil.

³ Professor Orientador, Especialista em Engenharia da Produção Universidade Estadual do Pará (UEPA)

⁴ Professor Coorientador, Mestre em Ciências Econômicas Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

dimensão gerencial e humana da Indústria 4.0, em que os achados mostram que o uso da tecnologia se torna um diferencial quando governada pela inteligência administrativa. **Conclusão:** Conclui-se que a automação atua como um vetor de vantagem competitiva sustentável, demonstrando que a ciência da Administração é a inteligência norteadora para que a modernização fabril produza riqueza sem negligenciar a integridade do capital humano.

Palavras-chave: Gestão da Produção. Automação Industrial. Soldagem de Trilhos. Segurança do Trabalho. Eficiência Operacional.

ABSTRACT

Introduction: This article on automation in industrial processes represents one of the most strategic decisions in the field of Administration, consolidating itself as a highly relevant topic for Production Management by reconfiguring operational efficiency, resource allocation, and the competitiveness of organizations. **Objective:** This study aims to analyze the main benefits of automation in rail modification at the Vale S.A. Welding Yard in São Luís – MA, considering aspects related to workplace safety, cost reduction, and improved operational quality. **Materials and Methods:** The research is characterized as a descriptive case study with a quantitative-qualitative approach. The research universe comprises the technical and managerial staff of the unit, with the sample consisting of the organization's professionals. Data collection was carried out through a semi-structured questionnaire, in addition to the analysis of internal company documents. **Findings:** The results showed that automation provided greater technical standardization of welded rails, reduced worker exposure to occupational risks, optimized resources, and increased productivity. **Scientific Contribution:** This study contributes to Management by delving deeper into the managerial and human dimensions of Industry 4.0, showing that the use of technology becomes a differentiator when intelligence is guided by management. **Conclusion:** It is concluded that automation acts as a vector of sustainable competitive advantage, demonstrating that the science of Management is a guiding intelligence for factory modernization to generate wealth without ignoring the integrity of human capital.

Keywords: Production Management. Industrial Automation. Rail Welding. Occupational Safety. Operational Efficiency.

1 INTRODUÇÃO

A Gestão da Produção é de grande importância para o ambiente empresarial, visto que é um processo que controla os recursos, como colaboradores, equipamentos e matérias-primas para maximizar a produtividade e de acordo com Da Costa *et al.* (2024), a eficiência na gestão na área de trabalho é de grande importância para reduzir perdas, garantir a qualidade dos produtos e elevar a produtividade. Logo, a Gestão da Produção é instrumento de garantia de bons resultados empresariais, que quando inserida na indústria, garante a organização da linha de montagem e controle de qualidade, como pontua Moura Junior e Reis Filho (2019), para que uma indústria obtenha sucesso em suas ações é imprescindível

que se tenha monitoramento e harmonia na gestão de processos da organização. Então, quando aplicada na área industrial é focada em metodologias aplicadas para garantir aprimoramentos quanto a produtividade e redução de desperdícios, nas quais, segundo Da Costa *et al.* (2024, p. 04) “tais melhorias são alcançadas através de uma administração perspicaz que aborda diretamente a complexidade dos sistemas de produção, onde máquinas, materiais e trabalhadores interagem dinamicamente”.

Esse tipo de gestão na área industrial é crucial para a aplicação de melhorias no processo de produção, envolvendo a busca de tecnologias como a automação para garantir a eficácia no processo produtivo, que faz a empresa ter diversos benefícios no ambiente de trabalho, ou seja, como cita Xavier *et al.* (2023, p. 9021) “a automação veio para a melhoria do processo produtivo, um sistema que pode realizar tarefas computadorizadas ou mecânicas”. A tecnologia se torna uma ferramenta essencial para a modernização da empresa e um grande investimento de custos operacionais e otimização de tempo, conforme Da Costa *et al.* (2024), a automação está sendo revolucionária para a indústria de produção ao introduzir métodos mais avançados, portanto, a presente delimitação do tema deste artigo analisará as principais melhorias da automação na soldagem de trilhos em um Estaleiro de Soldas.

Analisando a importância da automação em processos industriais, percebe-se que essa revolução traz vários aperfeiçoamentos no ambiente de trabalho, então, possuindo como base de estudo o processo industrial de soldagem, que, como cita Faria, Filleti e Helleno (2022) é uma atividade manual que exige alta habilidade e trabalho intenso do operador, nota-se que é necessário buscar novas oportunidades de melhorias para o processo de solda. Nesse contexto, questiona-se: Quais os principais benefícios da automação na soldagem de trilhos no Estaleiro de Soldas?

Dentro da Gestão da Produção existem diversas articulações que estruturam as empresas, são formas de administrar que trazem impactos positivos diversos para o desempenho dos processos operacionais da corporação. Seguindo por esse viés, pode-se apontar como exemplo de articulações da Gestão da Produção, os processos no Estaleiro de Soldas da empresa Vale S.A. em São Luís – MA, que recentemente deu início ao processo de automação na produção, substituindo gradativamente a mão de obra humana por maquinário, ocasionando mudanças para o processo de produção como um todo. O trabalho está estruturado

em introdução com apresentação do tema, como abordado anteriormente, seguindo posteriormente por referencial teórico, justificativa, objetivo geral e específicos, materiais e métodos, resultados e discussão, finalizando com a conclusão, respectivamente.

A Gestão da Produção é compreendida como a atividade de gerenciar recursos e processos destinados à criação e entrega de produtos ou serviços. De acordo com De Oliveira *et al.* (2024, p. 181), a “gestão da produção desempenha um papel fundamental na automatização dos processos industriais, impulsionando a eficiência e a produtividade das operações”. No contexto industrial contemporâneo, essa gestão busca harmonizar os recursos físicos e humanos com os processos gerenciais para que os objetivos estratégicos da empresa sejam atingidos com o máximo de aproveitamento e eficiência, como diz Moura Junior e Reis Filho (2019, p. 363), “é a partir desse tipo de processo que as demais atividades podem ser continuamente monitoradas e melhoradas, processos gerenciais ajudam a trazer mais eficácia a empresa”.

No cenário da logística ferroviária, a Gestão da Produção assume uma importância estratégica, especialmente em processos de alta complexidade técnica, como a soldagem de trilhos. A aplicação de métodos automatizados nesse setor, exemplifica como a modernização produtiva gera benefícios tangíveis para a organização. Tais ganhos refletem-se não apenas na otimização de custos e recursos, mas também na garantia da integridade da infraestrutura e na valorização do ambiente de trabalho, consolidando a eficiência em toda a cadeia produtiva.

Sendo assim, automatização permite uma melhor gestão dos recursos e do tempo. Com a capacidade de monitorar e controlar processos em tempo real, os gestores podem tomar decisões mais informadas e rápidas, reagindo prontamente a quaisquer problemas que possam surgir durante a produção. A coleta e análise de dados provenientes de sistemas automatizados também fornecem insights valiosos para a melhoria contínua dos processos, identificando pontos de ineficiência e oportunidades para inovação. Dessa forma, a automatização não só eleva a eficiência operacional, mas também promove uma cultura de melhoria contínua dentro das organizações industriais (De Oliveira *et al.*, 2024, p. 177,178).

A automação dos processos exige uma Gestão de Riscos estratégica, na qual a higiene ocupacional desempenha um papel crucial. Segundo Tonussi (2023, p. 02), “um programa de gerenciamento de risco bem-sucedido ajuda uma organização a considerar toda a gama de riscos que enfrenta”. Sob essa perspectiva, a análise preliminar das condições de trabalho é fundamental para antecipar e controlar

agentes ambientais, garantindo medidas que protejam a integridade humana e o ecossistema, além de assegurar o rigor técnico e a continuidade operacional.

A Higiene Ocupacional lida com agentes químicos, físicos e biológicos, adicionando-se ainda os aspectos de organização do trabalho e ergonomia, em todos os seus aspectos e possibilidades de exposição, visando ações de antecipação, reconhecimento, avaliação e controle com todas as suas variáveis, sendo impossível um único profissional dominar todos os seus assuntos (Colacioppo; Sérgio, 2020, . 19).

No cenário de processos automatizados, a Gestão de Riscos assume um papel estratégico, indo além da prevenção de falhas mecânicas para garantir a continuidade operacional sem incidentes. Ademais, a aplicação dos preceitos da higiene ocupacional torna-se o alicerce para a manutenção de um ambiente saudável, focando na antecipação e no controle de agentes físicos e químicos.

A indústria é um setor que está sujeito a uma ampla gama de riscos, como riscos de mercado, riscos operacionais, riscos financeiros e riscos regulatórios. A implementação de uma gestão de riscos efetiva é crítica para garantir a continuidade dos negócios, a segurança dos funcionários e dos clientes, a reputação da organização e a sustentabilidade ambiental (Tonussi; Paulo Roberto, 2023, p. 06).

Consequentemente, a avaliação prévia e sistemática do ambiente laboral é indispensável para o planejamento de medidas que busquem mitigar riscos capazes de afetar a integridade humana, o equilíbrio ambiental e o padrão de excelência das atividades executadas, transformando a segurança em um valor intrínseco à produtividade e segundo Colacioppo (2020, p.19), “o treinamento ou capacitação em Higiene Ocupacional torna o profissional mais capacitado a realizar estas atividades para as quais já é habilitado, com vistas à proteção da saúde dos trabalhadores.”

Além disso, a Gestão da Produção moderna ultrapassa a simples operação fabril para consolidar-se como uma ferramenta de competitividade estratégica. Ao integrar sistemas automatizados, a organização não apenas otimiza o uso de insumos, mas também amplia sua capacidade de resposta às demandas do mercado ferroviário. Como diz Moura Júnior e Reis Filho (2019, p. 365) “a gestão vai auxiliar a organização nas mudanças necessárias de modo a que o impacto resultante seja minimizado e que não interfira tanto na rotina dos colaboradores”.

Essa agilidade operacional, proporcionada por uma gestão tecnologicamente assistida, permite que a empresa minimize desperdícios e potencialize a utilização de sua infraestrutura, transformando a eficiência produtiva em uma vantagem competitiva sustentável dentro do setor logístico. Por conseguinte, a Gestão da Produção é uma área em constante evolução que requer um contínuo

desenvolvimento de competências e a adoção de tecnologias avançadas (Da Costa *et al.*, 2024).

Por fim, ressalta-se que o vínculo entre uma gestão eficiente e a tecnologia avançada culmina na entrega de um produto final com qualidade assegurada e maior segurança para o capital humano. De Oliveira *et al.* (2024, p. 171) diz que “ao saber em que estágio a manufatura se encontra, a empresa pode direcionar seus investimentos de maneira mais assertiva, priorizando as tecnologias e processos que trarão maior retorno sobre o investimento”. No âmbito do Estaleiro de Soldas, onde a precisão técnica na união dos trilhos é um requisito inegociável para a segurança da malha, a automação atua como o elo que une a alta produtividade à mitigação de riscos operacionais.

A inteligência artificial (IA) complementa a robótica ao fornecer sistemas capazes de aprender e adaptar-se sem programação explícita. Na produção, a IA pode prever falhas de manutenção, otimizar cadeias de suprimentos e personalizar a produção de acordo com as demandas específicas dos clientes. Esta capacidade de adaptação não apenas melhora a qualidade do produto final, mas também permite uma resposta mais ágil às mudanças do mercado, um fator crucial em um ambiente empresarial cada vez mais competitivo. A adoção dessas tecnologias permite que as empresas não apenas melhorem suas operações internas, mas também se posicionem estrategicamente para aproveitar novas oportunidades de mercado e responder de forma proativa às exigências dos consumidores e à dinâmica do mercado (Da Costa *et al.*, 2024, p. 9).

Assim, a Gestão da Produção cumpre seu papel primordial que é garantir que os benefícios da inovação tecnológica sejam plenamente convertidos em excelência operacional, preservando a integridade dos ativos e valorizando o bem-estar dos colaboradores envolvidos no processo.

Ao longo dos anos a indústria vem passando por grandes transformações que estão sendo alavancadas pela tecnologia e a automação dos processos. Mas o que vem a ser automação?

Para responder essa questão de maneira simples, pode-se dizer que a automação na prática é o uso de dispositivos tecnológicos, eletrônicos e controlados por computadores para assumir o controle dos processos com a finalidade de aumentar a eficiência e confiabilidade na produção. Segundo Oliveira *et al.* (2024, p. 156), “a automação visa aumentar a eficiência, a precisão e a consistência das operações, além de reduzir o tempo e os custos associados às atividades manuais”.

Esse sistema, é uma tecnologia usada para realizar tarefas de forma automatizada, sem a necessidade de intervenção humana constante, visando

umentar a eficiência, a produtividade e a segurança dos processos industriais, além de reduzir custos e erros.

A inovação tecnológica e a automação estão revolucionando a indústria de produção ao introduzir métodos mais eficientes e avançados que aumentam significativamente a capacidade produtiva. A implementação de sistemas integrados de gestão, como o ERP (Enterprise Resource Planning), permite uma visão holística das operações, facilitando o gerenciamento eficiente de recursos, desde a matéria-prima até o produto final. Esses sistemas integrados ajudam a reduzir custos, melhorar a eficiência operacional e aumentar a produtividade, ao oferecer dados precisos e em tempo real que suportam decisões estratégicas e operacionais (Da Costa *et al.*, 2024, p. 08).

A automação industrial evoluiu ao longo dos anos, desde a máquina a vapor até os dias de hoje, passando por diferentes fases, é um processo de modernização que revolucionou a forma como o trabalho era feito.

A Primeira Revolução Industrial ocorreu na Inglaterra, no século XVIII (1780-1830). A Inglaterra foi o primeiro país a passar por esta Revolução. A primeira Revolução Industrial transformou a vida dos homens a ponto de torná-los irreconhecíveis, destruindo seus antigos estilos de vida, deixando-os livres para descobrir ou criar novos modos de viver, se soubessem ou pudessem. O evento da Revolução Industrial iniciou na Inglaterra, por volta de 1760, adiantou sua Industrialização, em relação ao continente europeu, e assumiu uma posição pioneira na expansão colonial. Essa Revolução foi caracterizada pelo uso de novas fontes de energia, pela utilização de máquinas movidas a vapor, pelo desenvolvimento dos meios de comunicação (telégrafo) e pela divisão e especialização do trabalho. Estas alterações fizeram com que os artesãos perdessem sua autonomia. O século XVIII, foi uma sucessão de invenções que deu origem ao modo de produção fabril, no qual uma série de melhorias no processo produtivo contribuiu para o prelúdio da Revolução Industrial. Tal Revolução transformou a capacidade produtiva inglesa. De modo geral, foi além do aparecimento de novas máquinas e fábricas, aumento de produtividade e do nível de renda. Na verdade, foi uma Revolução que transformou a Inglaterra e o continente europeu de uma forma brilhante, com consequências enraizadas nas relações sociais (Pasquini; Nilton César, 2020, p. 31).

Ainda seguindo por esse viés da automação, Faria *et al.* (2022, p. 02) afirma que “no fim do século XX, com o advento da automação industrial, percebeu-se a oportunidade de utilizar robôs no processo de solda”. Com essa melhoria tecnológica, os gestores conseguem ver diversas possibilidades que seriam geradas com essa implementação moderna e dentre as melhorias da redistribuição do trabalho humano pelo automatizado, segundo Faria *et al.* (2022, p. 16) “destacam-se o maior grau de repetibilidade e de acuracidade da operação, além de haver uma melhoria na qualidade da solda e da segurança do operador, uma vez que, na solda automatizada, este fica distante da operação em si”.

Como exemplo pode-se citar o caso do Estaleiro de Soldas da Vale S.A. em São Luís – MA, que nos últimos anos vem passando por um processo de

implementação da automação do trabalho, onde a mão de obra manual está passando por uma realocação gradual, que, analisando, está causando um aumento na produtividade e qualidade no trabalho. Foi na Segunda Revolução Industrial, que começou por volta de 1870, que houve aumento da concorrência em diversos mercados. Ocorreu, principalmente, conforme Pasquini (2020, p. 32) um “estímulo na fabricação e produção de bens nas indústrias e expansão das ferrovias e navios a vapor”.

Assim, houve a necessidade de ir em busca de uma nova tecnologia sedimentou a chamada Segunda Revolução Industrial que surgiu em meados de século XIX, precisamente em 1850. Estudiosos apontam a Segunda Revolução Industrial como o aprimoramento da Primeira Revolução, por não haver uma ruptura entre as duas (Pasquini; Nilton César, 2020, p. 32).

Segundo Fenerick e Volante (2020, p. 738), “devido à grande concorrência no mercado as empresas buscam melhorias contínuas em seus processos, procurando aderir a robótica em linhas de produção”. Logo, os avanços na tecnologia do processo mudaram radicalmente nas últimas duas décadas e indicam que essas mudanças não irão diminuir, muito pelo contrário, a tendência é evoluir cada vez mais, visto que o sistema de automação vem sendo cada vez mais potencializado nas indústrias do século XXI, no sentido de maximizar ainda mais a produção de bens e serviços.

Historicamente, o advento da automação desde a Revolução Industrial reconfigurou as relações de produção e da força de trabalho, como cita Neves *et al.* (2024, p. 14) “deve-se esclarecer que a Revolução Industrial também traz como consequência imediata a questão social, ou seja, o reconhecimento de problemas no âmbito da produção e reprodução”. Mas é na modernidade que essa evolução atinge seu ápice ao integrar, de forma indissociável, a qualidade e a segurança no trabalho ao fluxo operacional.

A prevenção de acidentes possibilita também uma maior motivação por parte dos trabalhadores devido ao ambiente de trabalho estar com condições mais seguras e adequadas para a realização das atividades e os procedimentos de segurança bem estabelecidos (Barizon; Braga, 2020, p. 43).

Se no passado a mecanização focava apenas no volume produtivo, hoje, a Gestão de Riscos e a higiene ocupacional utilizam a automação para isolar o trabalhador de ambientes insalubres, como ruídos e fumos metálicos, garantindo que a precisão técnica das máquinas resulte em um padrão de excelência superior sem comprometer a integridade humana.

É nesse ambiente de mudanças, que surge então a medicina do trabalho.

Talvez o primeiro deste tipo de serviço tenha surgido, na Inglaterra, em 1830, quando o médico Robert Baker, foi contratado por Robert Dernham, proprietário de uma fábrica têxtil, que estava preocupado com o fato de que seus operários não dispunham de nenhum cuidado médico a não ser aquele propiciado por instituições filantrópicas. Entretanto, o objetivo não era preservar o trabalhador, como sujeito do processo produtivo, mas enquanto peça da engrenagem deste processo (Neves *et al.*, 2024, 15).

Seguindo por esse caminho, ao observar caso do Estaleiro de Soldas de São Luís, o processo de automação integra o planejamento estratégico da mineradora no intuito de aumentar sua produtividade, desde a modificação do transporte de minérios das novas minas através de correias transportadoras à duplicação da ferrovia de Carajás, passando pela implantação de abastecimento das locomotivas e manutenções dos rodoiros do vagão. Medeiros e Rocha (2004 *apud* Pasquini, 2020, p. 33) “esclarece que no mundo do trabalho, a terceira Revolução Industrial, sobretudo a globalização, traz como um dos seus desdobramentos mais visíveis as novas tecnologias, o desemprego e as novas formas de organização do trabalho”. Todas essas etapas fazem parte desse plano estratégico para maximizar o escoamento da produção.

Nesse sentido, a Indústria 4.0 tem como característica a tendência à automação completa das indústrias, e essa é a diferença principal entre a quarta Revolução Industrial e a terceira, por mais que já se aplicasse automação na indústria, visto que a informática ainda não havia se desenvolvido para colher a enorme capacidade de processamento de dados em tempo real para tomada de decisão dos gestores baseado na inteligência artificial conjuntamente com humanos. Então, a Quarta Revolução Industrial é alavancada pela convergência entre o mundo físico e o digital, sintetiza o legado histórico da produção, viabilizando uma conectividade superior e a capacidade de monitoramento e resposta imediata aos fluxos de dados (De Oliveira *et al.*, 2024).

A quarta Revolução Industrial impactou de uma forma muito profunda no que diz respeito ao trabalho e à sociedade, muitas profissões obtiveram avanços positivos em seu modo de produção.

Os aumentos que a automação, em específico na robótica, traz aos processos industriais é impactante, elas aumentam a eficiência nos processos, diminuem os números de refugos, melhoram a qualidade, diminuem os custos e a mão de obra, além do aumento da segurança ergonômica dos operários. O mercado da robótica tende a crescer no mundo, onde países desenvolvidos investem cada vez mais em tecnologias, deixando para os países menores o desafio de tentarem se igualar às grandes potências, para assim competirem e crescerem economicamente (Fenerick; Jessica Aparecida, Volante; Carlos Rodrigo, 2020, p. 743).

Acerca do processo de automação, outro caminho que se abre é o fato de

que a adoção da tecnologia nas indústrias traz ganhos significativos ao emprego e a questões sociais. Sobre essa perspectiva Roncati, Mhileizer e Madeira (2018), afirmam que na evolução da Indústria 4.0, o trabalhador terá que se capacitar, buscar novos conhecimentos no intuito de qualificar a mão de obra e fazer parte desse novo cenário evolutivo, de igual modo as organizações têm um papel crucial nessa qualificação da mão de obra para estar em concordância com a tecnologia da automação.

Em conformidade com os autores, pode-se citar o caso do Estaleiro de Soldas da Vale S.A. em São Luís, visto que a implementação da automação no processo de produção atua como um estímulo à valorização do capital humano. Nesse cenário, a tecnologia exige e promove o acompanhamento técnico constante por parte dos colaboradores, permitindo que a equipe alcance níveis superiores de especialização e opere em total harmonia com os novos sistemas inteligentes, consolidando a eficiência produtiva da unidade.

Há várias linhas de pensamento em relação às contribuições da automação na sociedade, a implementação da automação surge como resposta a diversas demandas do setor produtivo, visando atingir padrões elevados de excelência nos produtos e maior flexibilidade operacional. De acordo com Martins (2012, *apud* Xavier *et al.*, 2023) esse processo permite a redução de custos e a mitigação de desperdícios de insumos e energia, além de garantir maior acuracidade nas informações processuais, otimizando o planejamento e a governança da produção.

A outra linha de pensamento, é que com a evolução da tecnologia da automação na indústria tem uma tendência na redução de acidentes no trabalho, nesse sentido pode-se afirmar que a automação além de impulsionar a produção, pode tornar uma tarefa ou uma atividade dentro do processo mais segura, evitando erros da mão de obra humana. Segundo Leso, Fontana, Iavicoli (2018), a Indústria 4.0 tem como objetivo tornar o local de trabalho mais seguro, como a ajuda das análises de riscos e os métodos atuais de segurança, afastando trabalhadores de áreas consideradas perigosas, como calor em excesso e gases prejudiciais à saúde. Novamente podemos mencionar o caso do Estaleiro de Soldas de São Luís, onde percebe-se que o processo de automação e a retirada dos colaboradores da execução de tarefas de risco diminuiu os riscos de acidentes no trabalho, elevando a qualidade de vida dos colaboradores e sua segurança.

A decisão de automatizar uma organização ou um setor dessa

organização, passa por vários pontos que deverão ser levados em conta pelo gestor, nesse sentido, Fenerick e Volante (2020, p. 740) afirmam “o quão eficaz é a automação em indústrias, a diminuição de riscos ao operador e de perdas em material, o ganho em tempo e o aumento, principalmente, na produtividade”. A qualidade, sob a ótica da automação, deixa de ser apenas um estágio de inspeção para tornar-se um atributo intrínseco ao processo. Ao reduzir a variabilidade inerente ao trabalho manual, os sistemas automatizados garantem uma padronização rigorosa na soldagem de trilhos, assegurando que cada etapa cumpra os requisitos técnicos exigidos e elevando a confiabilidade do produto final.

Em outras palavras, a busca por qualidade e processos eficientes, as empresas procuram por mecanismos que reduzam o desperdício, custos com manutenção e aumento da produtividade, assim a automação industrial com seus fundamentos traz meios que possam ser introduzidos nas indústrias, fazendo com a competitividade seja alta no mercado. Com a aplicação das tecnologias os processos se tornam mais eficazes como o uso das máquinas comandadas por monitores, reduzindo os custos em vários setores da empresa (Xavier *et al.*, 2023, p. 9022).

Essas indagações feitas pelos autores nos levam a perceber que o processo de automatizar um departamento ou uma organização não é tão fácil, pois precisa de várias informações, análises de mercados, análises sociais, análises políticas, análises financeiras e análises trabalhistas para tomadas de decisão.

Ver-se que o processo produtivo é o grupo de sequências operações precisas para a aquisição de lucro para a empresa, tornando-se um dos setores mais importante da empresa, pois alguns processos produtivos atuais, e em determinadas empresas esse fator é uma deficiência. A eficácia na produtividade é a habilidade de modificar, entrar em saída, assim impedindo de ter desperdícios (Xavier *et al.*, 2023, p. 9022).

O referencial teórico elencado neste trabalho foi necessário para dar o aporte teórico necessário na execução da pesquisa, cujo tema central é a automação no processo de soldagem de trilhos no Estaleiro de Soldas da Vale S.A. em São Luís – MA e seus benefícios. Como cita De Oliveira *et al.* (2024, p. 160), “por fim, a Robótica avança continuamente, permitindo que máquinas realizem tarefas com precisão e eficiência, reduzindo a necessidade de intervenção humana e aumentando a produtividade e qualidade dos produtos”. Mostrando como a aplicação de tecnologias automatizadas no Estaleiro de Soldas da Vale S.A. possibilita uma execução técnica mais rigorosa, assegurando que a soldagem dos trilhos atinja níveis de precisão que seriam dificilmente alcançados de forma estritamente manual.

Diante disso, o presente trabalho torna-se relevante por ter como finalidade analisar as melhorias que a implementação da automação gerou na dinâmica do processo de produção no Estaleiro de Soldas, abordando o estudo de caso na perspectiva do campo administrativo da Gestão da Produção. A escolha desta temática justifica-se pela necessidade de validar a eficácia dos benefícios, como segurança do trabalho, redução de custos e qualidade do produto, verificando se tais avanços são, de fato, relevantes para a otimização dos processos e para o bem-estar social dos trabalhadores.

Construir um artigo sobre como é realizado a Gestão da Produção na área industrial é importante para as disciplinas aplicadas em ambiente acadêmico pois mostra como está sendo desempenhado o conhecimento teórico da Administração, que foram estudos desenvolvidos para instruir os futuros administradores a entrar e como se relacionar no mercado de trabalho. Desenvolver essa temática permite compreender a aplicação prática dos conceitos administrativos no contexto industrial.

Cada organização tem sua estratégia de gestão planejada, no entanto, as empresas podem sempre buscar aperfeiçoar seus métodos para gerar cada vez mais resultados melhores. Com isso, o tema é importante para analisar os benefícios desse aprimoramento tecnológico e entender como a empresa garante mais desenvoltura no mercado.

Este trabalho tem como objetivo geral analisar os principais benefícios da automação na soldagem de trilhos no Estaleiro de Soldas da Vale S.A. em São Luís – MA, quanto à segurança, custo e qualidade. Possui ainda como objetivos específicos descrever sobre a implementação da automação na soldagem de trilhos, avaliar as melhorias que a automação traz no caso do Estaleiro de Soldas da Vale S.A. e apontar as consequências favoráveis da automação no Estaleiro de Soldas da Vale S.A.

2 MATERIAIS E MÉTODO

A pesquisa desenvolvida, quanto aos objetivos, caracterizou-se como descritiva. As pesquisas descritivas têm como finalidade principal, segundo Gil (2002 *apud* Cardoso, 2019, p.10) “a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis”. Com isso, é descritiva pois buscou detalhar os principais benefícios da automação no Estaleiro de Soldas.

Quanto aos procedimentos técnicos, utilizou-se a pesquisa bibliográfica, tomando por base livros, artigos científicos e sites de referência sobre o assunto em questão. Como citam Sousa, Oliveira e Alves (2021, p. 65), “a pesquisa bibliográfica tem a finalidade de aprimoramento e atualização do conhecimento, através de uma investigação científica de obras já publicadas”. Além disso, também foi realizada uma pesquisa documental nos registros da empresa Vale S.A. que abordam sobre o processo de automação na produção, pesquisa essa que foi autorizada pelo gestor responsável pelo departamento na empresa (autorização presente no APÊNDICE A e APÊNDICE B).

No que se refere à abordagem da pesquisa, classificou-se como quanti-qualitativa, permitindo a análise de dados interpretativos acerca dos benefícios da automação no ambiente industrial. O estudo foi realizado no Estaleiro de Soldas da Vale S.A., localizado em São Luís – MA, contando com a participação de 16 colaboradores da unidade, entre soldadores, operadores, técnicos, analista, coordenador e inspetor. Os participantes foram selecionados conforme disponibilidade para responder ao questionário e por atuarem diretamente no ambiente operacional do estaleiro, contribuindo significativamente para a análise da realidade estudada.

Os dados foram coletados no período de 11 a 18 de abril de 2026, por meio de pesquisa de campo e pesquisa documental. A pesquisa de campo consistiu no momento em que os questionários com os gestores e colaboradores foram realizados, buscando captar a vivência dos profissionais no cotidiano da unidade. Em conjunto, realizou-se a pesquisa documental nos registros internos da empresa Vale S.A., focando-se nos dados e relatórios que tratam sobre o processo de automação na soldagem de trilhos no Estaleiro de Soldas. O instrumento de coleta de dados foi um questionário semiestruturado com perguntas objetivas e discursivas, elaboradas especificamente para identificar os benefícios gerados pela implementação da modernização tecnológica no ambiente de trabalho, garantindo a clareza e o foco necessário para a análise do problema em questão.

Os dados coletados por meio do questionário foram organizados e analisados com o auxílio da plataforma Google Forms, responsável também pela geração automática dos gráficos utilizados na apresentação dos resultados. Posteriormente, os dados foram interpretados com base no referencial teórico apresentado ao longo do estudo, buscando identificar os principais impactos da automação no processo de soldagem de trilhos no Estaleiro de Soldas da Vale S.A.

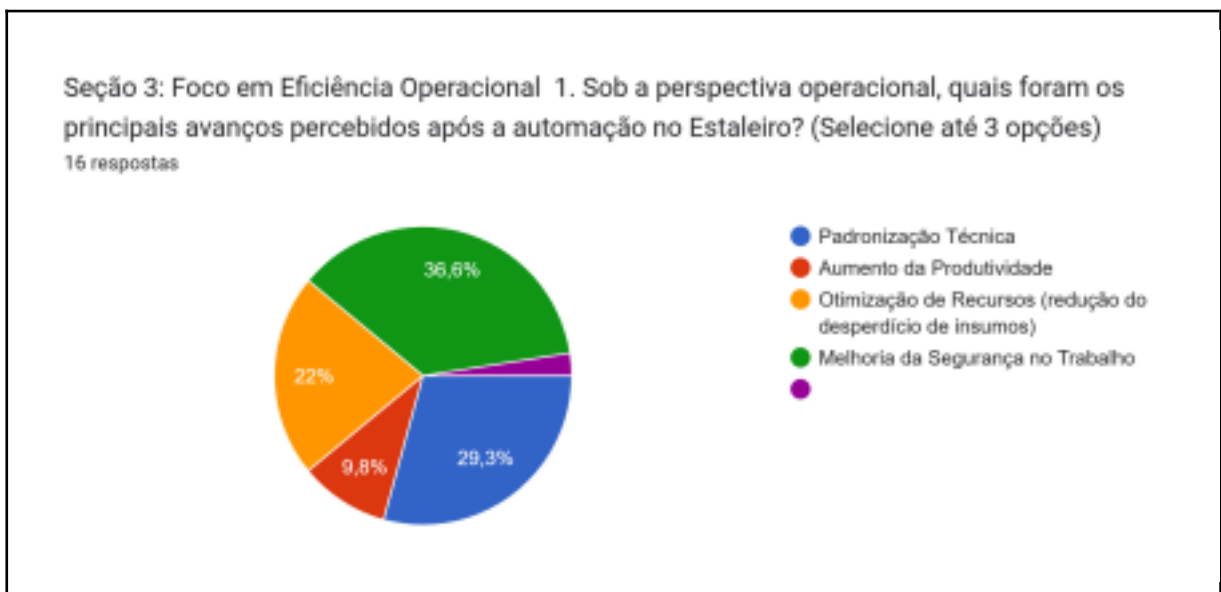
O trabalho cumpriu o atendimento aos aspectos éticos, uma vez que foram utilizadas autorizações dos gestores e demais envolvidos na pesquisa (presente no APÊNDICE A e APÊNDICE B) e a finalidade da pesquisa ficou esclarecida tanto na autorização quanto no roteiro do questionário (APÊNDICE C). Todos os dados foram utilizados com finalidade unicamente acadêmica, para composição de trabalho acadêmico, preservando a privacidade de cada participante.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise das Respostas do Questionário, Custos e a Automação no Estaleiro

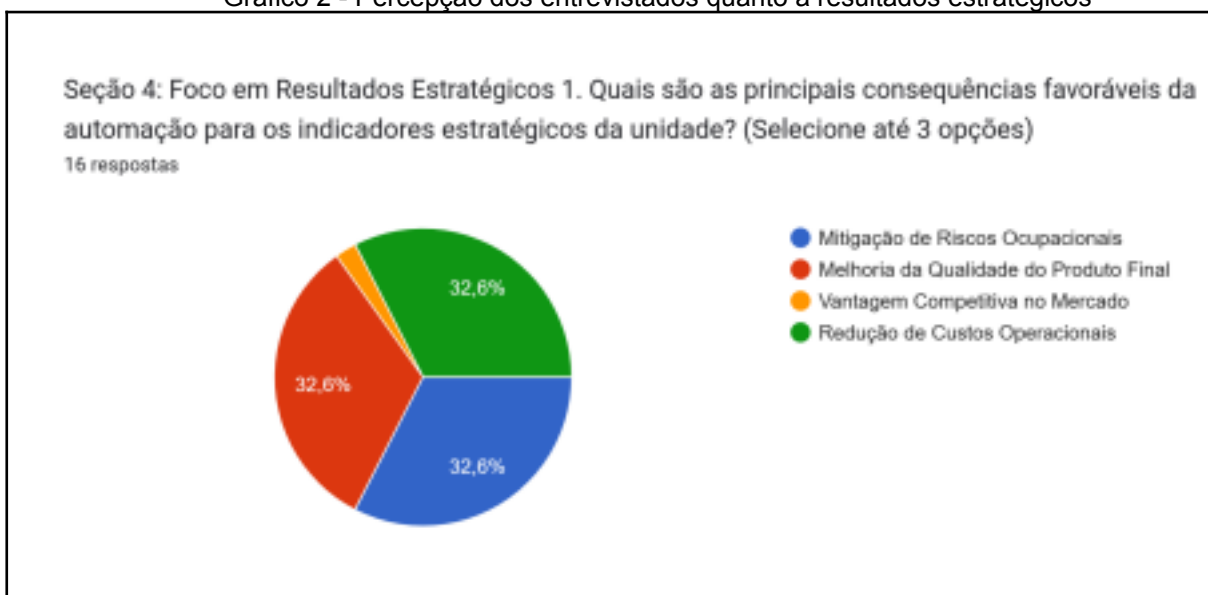
Conforme estudo de caso realizado na Vale S.A., a coleta de dados primários, realizada por meio do questionário, revelou que a automação no Estaleiro de Soldas é percebida pelo corpo técnico e gerencial como um divisor de águas para a unidade. De acordo com os respondentes, que possuem, em sua maioria, uma trajetória de longa data na Vale S.A. (com perfis que chegam a 35 anos de casa), a transição para o modelo automatizado não foi apenas uma substituição de ferramentas, mas uma elevação da maturidade operacional (conforme Gráfico 1 e Gráfico 2).

Gráfico 1 - Percepção dos entrevistados quanto à eficiência operacional



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Gráfico 2 - Percepção dos entrevistados quanto à resultados estratégicos



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

A análise das respostas indica que os benefícios se consolidam em três eixos centrais: a segurança ocupacional, a padronização técnica e a eficiência econômica. No que tange à segurança, os colaboradores foram unânimes em destacar a migração para a operação remota como o ganho mais expressivo. Relatos indicam que a saída do operador do contato direto com o equipamento, reduzindo a exposição ao calor, ruído e fumos metálicos, transformou a percepção de risco na linha de produção. Como apontado em uma das respostas (de acordo com a Figura 1), a automação permitiu que o trabalho físico fosse substituído por um controle à distância, o que corrobora com os indicadores de redução de acidentes e melhoria ergonômica que serão detalhados na análise documental deste estudo.

Figura 1 - Percepção dos entrevistados quanto às mudanças na rotina do trabalho

3. Qual foi a mudança mais significativa na rotina e na forma de executar o trabalho após a introdução da automação?

16 respostas

Antes da automação, as atividades dependiam fortemente da habilidade manual dos operadores, exigindo esforço físico elevado, maior tempo de execução e maior variabilidade na qualidade das soldas. Com a automação, os trabalhadores passaram a atuar mais como operadores e supervisores do processo, sendo responsáveis por configurar parâmetros, acompanhar o funcionamento das máquinas e garantir que os padrões de qualidade sejam atendidos.

Essa mudança trouxe uma rotina mais padronizada, segura e eficiente, reduzindo o contato direto com atividades de risco e minimizando falhas humanas. Além disso, houve um aumento na importância do conhecimento técnico, já que os profissionais passaram a lidar com equipamentos mais sofisticados e sistemas de controle.

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Sob a perspectiva da Gestão da Produção, a padronização técnica emergiu como um benefício estratégico. Os profissionais ressaltaram que a automação trouxe "repetibilidade" ao processo, minimizando a variabilidade humana e garantindo a excelência da solda em todas as etapas, desde o lixamento até o acabamento. Essa precisão, (ilustrada na Figura 2), reflete diretamente na redução de retrabalho, otimizando o fluxo produtivo e garantindo que o produto final entregue aos clientes mantenha um padrão de qualidade rigoroso e constante.

Figura 2 - Percepção dos entrevistados quanto à eficiência da produção

2. Como a automação impactou a eficiência do processo de produção?

16 respostas

principalmente ao proporcionar maior agilidade, padronização e confiabilidade nas operações.

Com a introdução de sistemas automatizados, houve uma redução no tempo de execução das soldagens, permitindo um aumento no volume de produção sem comprometer a qualidade. Além disso, a automação garantiu maior repetibilidade dos processos, reduzindo variações entre as soldas e diminuindo a necessidade de retrabalho.

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Por fim, os resultados evidenciam que a superação dos desafios iniciais, como a resistência cultural ao novo e a necessidade de intensa capacitação técnica, resultou em uma operação mais sustentável do ponto de vista econômico. Os participantes mencionaram a otimização no uso de insumos e até o uso de "EPI's inteligentes" (EPI's com maior facilidade de uso e por pouco tempo) como fatores de economia. Assim, a percepção dos colaboradores ratifica que a automação no Estaleiro de Soldas cumpre seu papel de impulsionar a produtividade sem comprometer o bem-estar humano, consolidando uma vantagem competitiva relevante para a organização, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Comentário adicional de um dos entrevistados sobre a automação

2. Há algum comentário adicional sobre a automação na soldagem de trilhos que você gostaria de compartilhar?

automação na soldagem de trilhos representa um avanço importante não apenas em termos de produtividade, mas também na evolução tecnológica do setor industrial. Sua implementação demonstra como a adoção de novas tecnologias pode transformar processos tradicionais, tornando-os mais eficientes, seguros e confiáveis. Além dos ganhos operacionais, a automação contribui para o desenvolvimento profissional dos trabalhadores, que passam a atuar em funções mais qualificadas, exigindo maior conhecimento técnico e capacidade de análise.

Outro ponto relevante é que a automação deve ser vista como um processo contínuo de evolução, que exige atualização constante, acompanhamento de indicadores e adaptação às novas demandas do mercado. Ou seja, não se trata apenas de implantar máquinas, mas de promover uma mudança cultural dentro da organização.

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Complementando a percepção dos colaboradores, a pesquisa documental realizada a seguir nos relatórios internos de desempenho e segurança no Estaleiro de Soldas da Vale S.A. ratifica os ganhos operacionais mencionados. Os registros de Higiene Ocupacional apontam uma redução drástica na exposição a agentes nocivos, como fumos metálicos e ruído contínuo, após a implementação dos braços robóticos e pórticos automatizados. Além disso, os indicadores de qualidade (KPIs) da unidade demonstram uma queda significativa no índice de retrabalho de solda, confirmando que a precisão das máquinas eliminou variabilidades do processo

manual. Do ponto de vista econômico, os relatórios de custos operacionais evidenciam uma otimização no consumo de energia e insumos, validando a automação não apenas como uma medida de segurança, mas como uma estratégia de sustentabilidade financeira para a companhia.

Com a implantação do novo Estaleiro de Soldas, houve uma redução de custos no que se diz respeito ao processo. Um dos principais processos, era a utilização de empilhadeiras na descarga de trilhos curtos e o abastecimento da mesa de trilhos, no qual era executado por contratadas que ofereciam a mão de obra e aluguel das empilhadeiras. Então, com a eliminação das empilhadeiras alugadas e da mão de obra terceirizada, o Estaleiro de Soldas teve redução de custo operacional de milhões por ano, visto que os custos mensais eram cerca de R\$ 116.000,00. Logo, em um cálculo representativo de custo no ano: $116.000 \times 12 = \text{R\$ } 1.392.000,00$ milhões no ano.

A redução de custos também ocorreu na compra de equipamentos de proteção individual (EPI), como mostra a Tabela 1 e Tabela 2. Portanto, a quantidade de EPI's usados pelos funcionários no exercício de suas atividades diárias foi se reduzindo com o tempo e isso só foi possível devido um projeto de Simplificação em SSMA (Segurança, Saúde e Meio Ambiente) no Estaleiro de Soldas. O projeto tem como objetivo estruturar e implantar processo de simplificação de SSMA (Segurança, Saúde e Meio Ambiente) para áreas administrativas e operacionais, visando a redução de custos com equipamentos de proteção individual (EPI), além de oferecer conforto e bem estar aos funcionários.

O projeto de simplificação em SSMA (Segurança, Saúde e Meio Ambiente) no Estaleiro de Soldas em São Luís- MA, só foi possível devido a automação do processo de soldagem trilhos. Esse projeto seria muito viável se fosse implantado na planta antiga, uma vez que a interação com os equipamentos de solda dos trilhos era direta, com um maior tempo de exposição aos agentes.

Tabela 1 - Valores dos EPI's

ITENS	VALOR UNIT.
Óculos	R\$ 40,62
Capacete	R\$ 63,00
Máscara PFF-2	R\$ 7,02

Protetor auricular concha	R\$ 90,40
Protetor auricular plug	R\$ 2,93
Blusão de raspa	R\$ 98,00
Total por kit	R\$ 301,97

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Tabela 2 - Custo de EPI por período

Período	Custo de EPI
Mensal	R\$ 3.329,97/mês
Anual	R\$ 39.959,64/ano

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

A automação no Estaleiro de Soldas da Vale S.A. em São Luís - MA, trouxe consigo vários benefícios apresentados neste artigo, como redução de custos, segurança do trabalho e qualidade do produto. Com isso, a automação no Estaleiro de Soldas deu mais um passo importantíssimo no seu processo. A operação remota de alguns equipamentos, são frutos dessa evolução no processo de soldagem de trilhos no Estaleiro de Soldas em São Luís - MA, onde cerca de 85% dos equipamentos na linha de produção no Estaleiro, são operados remotamente. Esse avanço se deve muito à evolução da tecnologia, pelo fato de haver um software avançado que permite operação a distância.

A sala de operação remota no Estaleiro de Soldas é a verdadeira demonstração desse grande passo no processo de soldagem de trilhos. Na sala de operação remota, são operados cerca de cinco equipamentos a distância, através de monitores e câmeras montadas estrategicamente para servir a operação, como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Sala de operação remota



Fonte: Sesmt (2024).

A sala de operação remota foi um marco na evolução da automação no Estaleiro de Soldas em São Luís - MA, podemos ver que, visivelmente houve impactos positivos em todos os sentidos, segurança, saúde ocupacional e redução de custos. Antes da sala remota, o operador estava exposto a alguns riscos físicos como, ruídos, vibrações, fumos metálicos, entre outros (Figura 5).

Figura 5 – Colaborador operando in loco.



Fonte: Sesmt (2024).

3.2 Contexto Histórico do Estaleiro de Soldas da Vale S.A. em São Luís- MA

O Estaleiro de Soldas da Vale S.A. em São Luís - MA é um marco na infraestrutura ferroviária brasileira e está diretamente ligado à implantação da Estrada de Ferro Carajás (EFC). O Estaleiro de Soldas faz parte da história da Vale

S.A. pois foi nele que iniciou a soldagem dos primeiros trilhos para uma das maiores ferrovias de carga do mundo.

A estatal iniciou na época suas instalações e entre elas estava o Estaleiro de Soldas, esse com a função de soldar trilhos através do processo de soldagem *flash boot*, um processo de soldagem por resistência elétrica que une duas peças metálicas pressionando-as enquanto uma corrente elétrica de alta intensidade passa por elas. O Estaleiro de Soldas da Vale S.A. foi construído e operado pela empresa Odebrecht, logo depois, a CVRD (Companhia Vale do Rio Doce), assumiu a operação por completo do Estaleiro. Passando a aumentar seus processos, que não se restringia somente na soldagem de trilhos, mas de uma série de novos processos (conforme Figura 6 e 7) para atender a construção e manutenção da Estrada de Ferro de Carajás.

Figura 6 - Processo de recebimento e estocagem de trilhos curtos com empilhadeiras



Fonte: Fagundes (2017).

Figura 7 - Processo de abastecimento da mesa de trilhos curtos por empilhadeira



Fonte: Fagundes (2017).

O Estaleiro foi criado no início dos anos 1980, junto com as instalações da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), estatal na época. A principal missão era viabilizar a Estrada de Ferro Carajás, uma das maiores ferrovias de carga do mundo, que liga as minas de ferro de Carajás, no Pará, ao Terminal Marítimo de Ponta da Madeira, em São Luís.

Para isso era preciso garantir trilhos contínuos e de alta resistência para suportar trens de até 330 vagões e 40 mil toneladas de produção. A solução foi instalar em São Luís um estaleiro especializado em soldagem de trilhos pelo processo *Flash Butt Welding*, conhecido no Brasil como soldagem *flash boot* (como mostra Figura 8). Esse processo une trilhos de 12 ou 18 metros em barras de até 360 metros, reduzindo juntas e aumentando a segurança e a durabilidade da via.

Figura 8 - Soldagem de trilhos pelo processo *flash boot*.



Fonte: Fagundes (2017).

A construção e a operação inicial do Estaleiro ficaram a cargo da Odebrecht, que atuou como parceira na implantação da EFC (Estrada de Ferro Carajás). Na fase inicial, o foco era exclusivo na soldagem dos trilhos que seriam lançados ao longo dos 892 km da ferrovia. Posteriormente, a CVRD (Companhia Vale do Rio Doce) assumiu integralmente a operação do Estaleiro. Com isso as atividades foram ampliadas e deixaram de se restringir apenas à soldagem de trilhos. O Estaleiro passou a atender também a manutenção e construção da EFC (Estrada de Ferro Carajás), como na Figura 9, incluindo fabricação e reparo de componentes

ferroviários, estruturas metálicas e peças sobressalentes usadas na linha.

Figura 9 – Pátio de formação em São Luís – MA



Fonte: Portosma.com.br/ (1984).

O impacto do Estaleiro de Soldas da Vale S.A. em São Luís vai muito além da ferrovia. Ele virou um vetor econômico e social importante para o Maranhão desde os anos 80. Na fase de construção da EFC (Estrada de Ferro Carajás) nos anos 80, o Estaleiro absorveu milhares de trabalhadores locais, desde soldadores e mecânicos até operadores de máquinas e pessoal administrativo. Mesmo hoje, com processos mais automatizados, ele mantém empregos diretos qualificados em soldagem, metalurgia, logística e manutenção industrial.

A Vale S.A., junto com o SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) e instituições locais, usou o Estaleiro como centro de treinamento em soldagem especializada, visto que o processo *Flash Butt* exige mão de obra altamente qualificada e certificada e isso elevou o nível técnico da força de trabalho maranhense e abriu portas para profissionais atuarem em outras indústrias pesadas da região. O Estaleiro é parte da cadeia logística que sustenta o Terminal de Ponta da Madeira, um dos maiores exportadores de minério de ferro do mundo. Sem trilhos soldados de alta qualidade, não há confiabilidade na EFC (Estrada de Ferro Carajás)

e conseqüentemente não há escoamento eficiente do minério. Ou seja, o estaleiro garante a competitividade da Vale S.A. no mercado global e mantém São Luís como hub portuário estratégico no Norte/Nordeste.

Antes da Vale S.A., o Maranhão tinha economia baseada em agricultura e extrativismo. A chegada do Estaleiro e da EFC (Estrada de Ferro Carajás) marcou a entrada do estado na era industrial pesada. Isso atraiu outros investimentos em mineração, siderurgia e energia na região, como a Alumar e a usina de pelotização. Apesar dos benefícios, também houve desafios como urbanização acelerada e pressão sobre infraestrutura em São Luís nas décadas de 80 e 90. Mas no saldo, o Estaleiro consolidou a cidade como ponto logístico do Norte do Brasil.

A importância estratégica do Estaleiro de São Luís foi essencial para que a Vale S.A. iniciasse a operação da EFC (Estrada de Ferro Carajás) em 1985. Hoje ele continua sendo peça-chave na logística de escoamento do minério de ferro de Carajás, garantindo a qualidade e a segurança da via férrea que movimentava cerca de 120 milhões de toneladas por ano. A transição do antigo para o novo Estaleiro de Soldas da Vale S.A. em São Luís faz parte do processo de modernização logística da Estrada de Ferro Carajás. Com o tempo, a estrutura do antigo Estaleiro de Soldas foi ficando defasada frente ao aumento do volume de transporte de minério e às exigências de segurança e produtividade da ferrovia.

A modernização do novo Estaleiro foi concebido dentro do Complexo de Oficinas do Terminal de Ponta da Madeira, inaugurado pela Vale S.A. em maio de 2016. O projeto não foi só trocar o prédio. Foi uma reestruturação completa com conceito de *pit stop* inspirado na Fórmula 1. Mudança mostrada na Tabela 3, significa que os objetivos foram alcançados, equipamentos mais modernos para soldagem e inspeção de trilhos, reduzindo tempo de parada e aumentando a precisão. Além da soldagem, o novo complexo inclui o Posto de Inspeção e Abastecimento de Locomotivas (PIAL), Complexo de Troca de Rodeiros (CTR) e Complexo de Manutenção de Rodeiros (CMR). Ou seja, o Estaleiro passou a ser parte de um hub integrado de manutenção.

Tabela 3 - Tabela Comparativa do Antigo e Novo Estaleiro

Aspecto	Antigo Estaleiro	Novo Estaleiro
Foco	Soldagem de trilhos para construção da EFC	Soldagem + manutenção preventiva e corretiva de toda a frota
Tecnologia	Processo manual e semiautomático	Processo automatizado com padrão industrial 4.0
Produtividade	Atendia demanda inicial dos anos 80	Atende demanda atual de +120 milhões de ton/ano de minério
Mão de obra	Treinamento básico para implantação da ferrovia	Capacitação técnica via Programa Formação Profissional - PFP, com 90% de mão de obra maranhense

Fonte: Pesquisa de campo (2026).

A transição garantiu que a EFC (Estrada de Ferro Carajás) continuasse sendo uma das ferrovias mais eficientes e seguras do país. Para São Luís, representou geração de mais de 20 mil empregos diretos no pico das obras de expansão da Vale S.A. no Maranhão. A qualidade da solda feita no Estaleiro, após a automação foi um dos benefícios mais visíveis no processo, uma vez que, máquinas mais modernas no lugar das antigas, tendem a ter um melhor desempenho no antes e após da soldagem de trilhos (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Fraturas em soldas elétricas



Fonte: Fagundes (2026).

A evolução da qualidade da solda foi um fator primordial para tomada de decisão da automação no Estaleiro de Soldas. Com o aumento da produção de minério de ferro, a Vale S.A. projetou a duplicação da Estrada de Ferro de Carajás, que exigiu uma via "classe mundial". E não existe via classe mundial com solda classe anos 80. A automação no Estaleiro foi o que permitiu a Vale S.A. soldar mais, com bastante rapidez e com qualidade homogênea.

3.3 Imagens de Antes e Depois do Estaleiro de Soldas da Vale S.A. em São Luís- MA

A seguir, as imagens mostram as mudanças do antes e depois da automação no Estaleiro de Soldas.

Figura 10 – Processo de descarga de trilhos curtos, antes e depois da automação



Fonte: Fagundes (2017). Fonte: Fagundes (2025).

Figura 11 – Processo de abastecimento da mesa de trilhos curtos antes e depois da automação

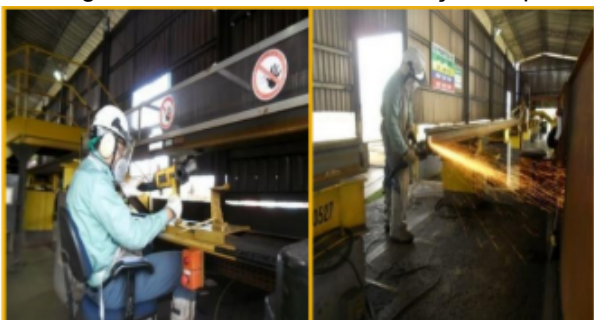


Fonte: Fagundes (2017).

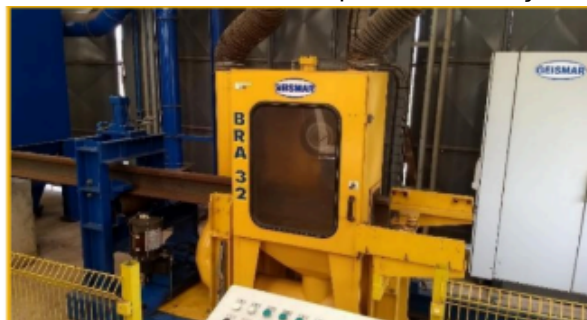


Fonte: Fagundes (2025).

Figura 12 – Processo de retificação do patim, face e boleto do trilho antes e depois da automação



Fonte: Fagundes (2017).



Fonte: Fagundes (2025).

Figura 13 – Processo de prensagem e medição da solda após soldagem antes e depois da automação



Fonte: Fagundes (2017)



Fonte: Fagundes (2025).

Figura 14 – Processo de retificação da solda patim, boleto e laterais do boleto antes e depois da automação



Fonte: Fagundes (2017).



Fonte: Fagundes (2025).

Diante dos dados analisados, a importância prática deste estudo está em mostrar como as teorias de Gestão da Produção e a automação funcionam na realidade de uma grande empresa ferroviária. Os resultados servem como um exemplo real para gestores que precisam aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, melhorar a segurança do trabalho e controlar os custos operacionais. Por outro lado, para avaliar o trabalho de forma justa, é necessário apontar algumas limitações encontradas durante a pesquisa. A primeira delas é que o estudo ficou restrito apenas ao Estaleiro de Soldas da Vale S.A. em São Luís – MA. Como a Vale é uma empresa privada, algumas informações internas e sigilosas não foram autorizadas pelo seu corpo administrativo, o que impediu uma análise financeira mais detalhada e a comparação com outras unidades da companhia.

Além disso, como os dados documentais são recentes, também não foi possível acompanhar o impacto dos custos de manutenção das máquinas em longo prazo, sendo este um ponto que precisará ser monitorado no futuro. Em suma, a junção de todos esses achados confirmam que o objetivo geral desta pesquisa foi alcançado. Os dados provam que a automação no Estaleiro de Soldas vai muito além da troca de máquinas, pois ela trouxe benefícios reais que tocam diretamente os pilares da Administração. Conclui-se que a modernização tecnológica cumpriu o seu papel estratégico ao gerar maior padronização e eficiência para a produção, reduzir custos operacionais com desperdícios e, principalmente, garantir um ambiente de trabalho muito mais seguro e humanizado para os colaboradores da Vale S.A.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo cumpriu sua finalidade ao analisar os principais benefícios da automação na soldagem de trilhos no Estaleiro de Soldas da Vale S.A., em São Luís – MA, considerando o tripé estratégico composto pela segurança do trabalho, qualidade operacional e redução de custos. A partir do delineamento metodológico que envolveu pesquisa bibliográfica, documental e de campo, foi possível compreender que o sucesso da transição tecnológica na unidade não decorreu exclusivamente do maquinário de ponta, mas de uma Administração eficiente, capaz de alinhar a inovação aos objetivos organizacionais. Em resposta ao problema de pesquisa e aos objetivos propostos, concluiu-se que os benefícios mapeados

consolidaram uma vantagem competitiva sustentável para a organização, demonstrando que os objetivos desta investigação foram plenamente alcançados.

Os resultados de campo evidenciaram que, sob a ótica da administração Industrial, a automação proporcionou maior padronização técnica nos processos de soldagem, aumento da produtividade e otimização dos recursos operacionais. Paralelamente, no âmbito da higiene ocupacional, verificou-se uma evolução crucial nas condições de segurança do trabalho. A engenharia reversa de riscos retirou estrategicamente os colaboradores das áreas de exposição direta a agentes insalubres severos (como calor excessivo, ruídos e fumos metálicos), transformando a atividade fabril em um ambiente de monitoramento intelectual e provando que a segurança, na gestão moderna, é um indicador de qualidade administrativa.

No aspecto econômico, a inteligência financeira aplicada à gestão de ativos demonstrou que, embora a implementação robótica exige elevados investimentos iniciais, a drástica redução de retrabalhos e desperdícios compensa os custos ao longo do tempo. Sob a perspectiva do comportamento organizacional e da responsabilidade social da Administração, o estudo revelou um dado altamente relevante: a modernização tecnológica não resultou em desligamentos. Pelo contrário, os trabalhadores foram realocados e capacitados para novas funções na Indústria 4.0, gerando a valorização do capital humano e o desenvolvimento de novas competências técnicas necessárias para o mercado global. Em suma, o estudo valida que a ciência da Administração é a inteligência norteadora para que a modernização fabril produza riqueza sem negligenciar a integridade do capital humano.

REFERÊNCIAS

BARIZON, Jéssica M. S.; BRAGA, Enilson S. **Prevenção de Acidentes na Indústria**. Revista Teccen, 2020. Disponível em: <https://editora.univassouras.edu.br/index.php/TECCEN/article/view/2136>. Acesso em: 21 abr. 2026.

CARDOSO, Simone. **Manual de Metodologia da Pesquisa**. Sobral, CE: 2019. Disponível em: https://flucianofejiao.com.br/flf/wp-content/uploads/2022/05/2019_MANUAL_DE_METODOLOGIA_DA_PESQUISA_ENGENHARIA_CIVIL.pdf. Acesso em: 16 nov. 2024.

COLACIOPPO, Sérgio. **Higiene e Toxicologia Ocupacional**. ABHO, São

Paulo, 2020. Disponível em:
https://abho.org.br/wp-content/uploads/2024/02/ABHO_2020_HIGIENE_E_TOXICOLOGIA.pdf. Acesso em: 21 abr. 2026.

DA COSTA, Anderson Figueiredo *et al.* **Gestão da Produção e Qualidade: Um Estudo de Caso em uma Máquina Empacotadora do Pó de Gelatina.** Revista Contemporânea, v. 4, n. 11, p. 21, 11 jan. 2024. Disponível em:
<https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/6513/4666>
Acesso em: 25 nov. 2025.

DE OLIVEIRA, Eric Sampaio *et al.* **Automação nos Processos Industriais: Processo de Implementação e o Papel do Gestor de Tecnologia da Informação.** Prospectus, v. 6, n. 1, 20 jul. 2024. Disponível em:
<https://www.prospectus.fatecitapira.edu.br/index.php/pst/article/view/220>. Acesso em: 04 jun. 2025.

FARIA, Isabella Cristina Souza; FILLET, Remo Augusto Padovezi; HELLENO, André Luís. **Evolução dos processos de automação em células de soldagem: uma revisão de literatura.** Soldagem & Inspeção, 2022. DOI:
<https://doi.org/10.1590/0104-9224/SI27.04>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/si/a/xCvVQVWmBkkH8pBmDmcyPxR/?format=html&lang=pt>
Acesso em: 16 mar. 2025.

FENERICK, Jessica Aparecida; VOLANTE, Carlos Rodrigo. **A EVOLUÇÃO DAS INDÚSTRIAS, OS BENEFÍCIOS DA AUTOMAÇÃO E AS PERSPECTIVAS DO MERCADO DA ROBÓTICA NO BRASIL E NO MUNDO.** Revista Interface Tecnológica, Taquaritinga, SP, v. 17, n. 1, p. 734–745, 2020. DOI:
10.31510/infa.v17i1.805. Disponível em:
<https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/805>. Acesso em: 24 maio. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO MARANHÃO. **Alunos fazem visita técnica a estaleiro de solda de trilhos na Vale.** Centro de Referência em Tecnologias de Inclusão (CERTEC/IFMA), jun. 2017. Disponível em:
<https://certec.ifma.edu.br/2017/06/01/alunos-fazem-visita-tecnica-estaleiro-de-solda-de-trilhos-na-vale/>. Acesso em: 4 maio. 2026.

LESO, Veruscka; FONTANA, Luca; IAVICOLI, Ivo. **A dimensão de saúde e segurança ocupacional da Indústria 4.0.** La Medicina del lavoro, p. 327 - 338, 2018. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7682172/> Acesso em: 19 out. 2025.

MOURA JUNIOR, Antonio José de; REIS FILHO, Ramilio Ramalho. **UM ESTUDO SOBRE GESTÃO POR PROCESSOS NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL.** Revista Interface Tecnológica, Taquaritinga, SP, v. 16, n. 2, p. 359–370, 2019. DOI:
10.31510/infa.v16i2.674. Disponível em:
<https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/674>. Acesso em: 30 mar. 2026.

NEVES, M. de F.; DIAS, P. A.; VIANA, D. J. S.; MORAIS, H. A. **Evolução histórica da segurança e medicina do trabalho, saúde ocupacional e saúde do**

trabalhador. REVISTA DELOS, 2024. Disponível em:
<https://doi.org/10.55905/rdelosv17.n60-010>. Acesso em: 13 abr. 2026.

PASQUINI, Nilton César. **As revoluções industriais: uma abordagem conceitual.** Revista Tecnológica da Fatec Americana, Americana. v.8, n.2, p.29-44, ago. 2020. DOI: 10.47283/244670492020080129. Disponível em:
<https://fatec.edu.br/revista/index.php/RTecFatecAM/article/view/235>. Acesso em: 12 jul. 2025.

RONCATI, João; SILVA, Mhileizer T. A.; MADEIRA, Felipe. **O desafio dos empregos na quarta revolução industrial.** In: SILVA, Elcio B.; SCOTON, Maria L. R. P. D. *et al.* (org.) Automação & Sociedade: quarta revolução industrial, um olhar para o Brasil. Rio de Janeiro: Brasport, 2018. Disponível em:
<https://www.editorabrasport.com.br/automacao-e-sociedade-quarta-revolucao-industrial-um-olhar-para-o-brasil>. Acesso em: 16 jan. 2026.

SOUSA, A; OLIVEIRA, G; ALVES, L. **A Pesquisa Bibliográfica: Princípios e Fundamentos.** Cadernos da Fucamp, v.20, n.43, p.64-83/2021. Uberlândia, MG: 2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/article/view>. Acesso em: 16 nov. 2024.

TONUSSI, Paulo Roberto. **A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE RISCOS NA INDÚSTRIA: UMA REVISÃO DA LITERATURA.** Repositório Uninter, 2023. Disponível em: <https://repositorio.uninter.com/handle/1/1554>. Acesso em: 01 abr. 2026.

VUALA, Eduardo; SOUSA, Rodger Roberto; CARTH, James; NASCIMENTO, Erickson. **Automatização e seu impacto no mercado de trabalho.** VISTACIEN Revista científica multidisciplinar. V. 1, n. 2, 2023. Disponível em:
<https://vistacien.com.br/wp-content/uploads/2023/10/7.-Art.-Automatizacao-e-seu-Im-pacto-no-Mercado-de-Trabalho-94-108.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2026.

XAVIER, Andreza Batista *et al.* **A automação industrial como solução e não como ameaça aos trabalhadores.** Revista Gestão e Secretariado (GeSec), São Paulo, SP, v. 14, n. 6, 2023. Disponível em:
<https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/2278>. Acesso em: 20 out. 2025.

APÊNDICE

Questionário

Este questionário integrou na construção do artigo científico de nome GESTÃO DA PRODUÇÃO NO ESTALEIRO DE SOLDAS: Os Principais Benefícios da Automação na Soldagem de Trilhos no Estaleiro de Soldas da Vale S.A. em São Luís – MA dos alunos do Curso de Administração do CEST. Sua experiência é fundamental para comentarmos como a automação tem contribuído para a excelência e segurança do processo de soldagem de trilhos. Nos comprometemos a manter sua identidade em sigilo e a usar estes dados apenas para fins acadêmicos.

Seção 1: Informações Gerais

1. Qual é o seu cargo/função no Estaleiro de Soldas da Vale S.A.?
2. Há quanto tempo você trabalha no Estaleiro de Soldas?

Seção 2: Implementação da Automação

1. Como foi o processo de implementação da automação na soldagem de trilhos no Estaleiro de Soldas?
2. Quais foram os principais desafios superados durante a fase de implementação para que os benefícios da automação fossem plenamente alcançados?
3. Qual foi a mudança mais significativa na rotina e na forma de executar o trabalho após a introdução da automação?

Seção 3: Foco em Eficiência Operacional

1. Sob a perspectiva operacional, quais foram os principais avanços percebidos após a automação no Estaleiro? (Selecione até 3 opções)
 - Padronização Técnica
 - Aumento da Produtividade
 - Otimização de Recursos (redução do desperdício de insumos)
 - Melhoria da Segurança no Trabalho
 - Outros (especifique)

2. Como a automação impactou a eficiência do processo de produção? 3. Quais são os principais indicadores de desempenho que melhoraram com a automação?

Seção 4: Foco em Resultados Estratégicos

1. Quais são as principais consequências favoráveis da automação para os indicadores estratégicos da unidade? (Selecione até 3 opções)

- Mitigação de Riscos Ocupacionais
- Melhoria da Qualidade do Produto Final
- Vantagem Competitiva no Mercado
- Redução de Custos Operacionais
- Outros (especifique)

2. Como a automação contribui para a melhoria da segurança no trabalho? 3. Quais são os principais benefícios econômicos da automação para a empresa?

Seção 5: Sugestões e Comentários

1. Quais são as suas sugestões para melhorar a automação na soldagem de trilhos no Estaleiro de Soldas?

2. Há algum comentário adicional sobre a automação na soldagem de trilhos que você gostaria de compartilhar?