REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE REBARBAÇÃO POR MEIO DA AUTOMAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA DE MANUFATURA

OPTIMIZATION OF THE DEBURRING PROCESS THROUGH AUTOMATION: A CASE STUDY IN THE MANUFACTURING INDUSTRY

Engenharias • 26/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/795610587

Idenilson Vasconcelos Reis[1]

Siomara Dias da Rocha[2]

RESUMO

A rebarbação constitui etapa crítica dos processos de manufatura, responsável pela remoção de imperfeições superficiais oriundas da fundição e da usinagem. Executada tradicionalmente de forma manual, essa atividade apresenta limitações associadas à variabilidade da qualidade, à baixa produtividade e a riscos ergonômicos para os operadores. Este estudo analisa a otimização do processo de rebarbação por meio da automação, a partir de um estudo de caso aplicado em uma indústria de manufatura de Manaus (AM), com dados do projeto NHC (New Honda Circle) 2022 – Heróis da 17. O percurso metodológico combinou uma revisão bibliométrica da produção nacional e internacional com a análise quantitativa do caso, avaliando o número de ações técnicas, o índice ergonômico OCRA (Occupational Repetitive Actions), a produtividade e os custos operacionais, antes e depois da implantação de uma prensa pneumática. Os resultados indicam redução das ações técnicas de quinze para três por ciclo, queda do índice OCRA de 17,6 para 2,1, eliminação de custos recorrentes com ferramentas manuais e melhoria das condições de trabalho, com manutenção da qualidade do produto. Conclui-se que a automação contribui diretamente para a eficiência operacional, a segurança e a padronização do processo produtivo.

Palavras-chave: Rebarbação; Automação industrial; Ergonomia; Produtividade; Manufatura.

ABSTRACT

Deburring is a critical stage of manufacturing processes, responsible for removing surface imperfections arising from casting and machining. Traditionally performed manually, this activity presents limitations related to quality variability, low productivity and ergonomic risks to operators. This study analyzes the optimization of

the deburring process through automation, based on a case study carried out in a manufacturing company in Manaus (Brazil), using data from the NHC (New Honda Circle) 2022 project. The methodological approach combined a bibliometric review of national and international literature with a quantitative analysis of the case, assessing the number of technical actions, the OCRA (Occupational Repetitive Actions) ergonomic index, productivity and operating costs, before and after the implementation of a pneumatic press. The results show a reduction in technical actions from fifteen to three per cycle, a decrease in the OCRA index from 17.6 to 2.1, the elimination of recurring costs with manual tools and an improvement in working conditions, while maintaining product quality. It is concluded that automation contributes directly to operational efficiency, safety and standardization of the production process.
Keywords: Deburring; Industrial automation; Ergonomics; Productivity; Manufacturing.

1. INTRODUÇÃO

A competitividade crescente do setor industrial tem impulsionado a busca por processos produtivos mais eficientes, padronizados e seguros. Em um cenário de margens reduzidas e de exigências cada vez maiores de qualidade, as etapas de acabamento assumem papel decisivo na garantia da conformidade final dos produtos. Entre essas etapas, a rebarbação destaca-se por remover as imperfeições que comprometem a funcionalidade, a montagem e a segurança dos componentes, sendo determinante para a qualidade dos produtos manufaturados (Groover, 2015).

A rebarbação consiste na remoção de rebarbas, arestas e excessos de material gerados em processos como fundição sob pressão, usinagem, estampagem e conformação mecânica. Kalpakjian e Schmid (2014) destacam que a formação de rebarbas é inerente aos processos de fabricação, de modo que sua remoção é indispensável para assegurar precisão dimensional e desempenho adequado das peças. Apesar de sua relevância, a atividade ainda é amplamente realizada de forma manual em muitas indústrias, o que resulta em variabilidade de qualidade, dependência do operador e exposição a riscos ergonômicos.

A automação industrial tem sido empregada para ampliar a eficiência dos processos produtivos. Segundo Groover (2015), a automação reduz a variabilidade, aumenta a produtividade e melhora a qualidade dos produtos. No contexto da Indústria 4.0, esse movimento evolui para sistemas inteligentes e interconectados, que integram sensores, softwares e análise de dados em tempo real, ampliando a flexibilidade e a adaptabilidade da produção (Schwab, 2016). No Brasil, estudos recentes mostram que a adoção de soluções automatizadas vem se consolidando como estratégia de modernização industrial, inclusive em polos produtivos regionais (Arbix, 2017; Silva, 2022).

No campo da ergonomia, a Norma Regulamentadora NR-17 (Brasil, 2022) estabelece diretrizes para adaptar as condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, visando à redução de riscos ocupacionais. O índice OCRA (Occupational Repetitive Actions) é uma ferramenta consolidada para avaliar o risco ergonômico em atividades repetitivas dos membros superiores (Serranheira, 2010). Atividades de alta repetitividade, com aplicação de força e movimentos contínuos, favorecem o surgimento de

Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) e de Lesões por Esforços Repetitivos (LER), impactando a saúde dos trabalhadores e a produtividade do processo (Iida; Buarque, 2016).

A literatura indica que a substituição parcial de tarefas manuais por sistemas automatizados reduz distúrbios osteomusculares, melhora a segurança ocupacional e eleva o desempenho das linhas de produção. Diante desse contexto, a automação surge como alternativa estratégica para otimizar o processo de rebarbação, promovendo maior padronização, menor esforço físico e ganho de eficiência. O problema que orienta esta pesquisa pode ser sintetizado na seguinte questão: de que maneira a automação de uma etapa de rebarbação manual influencia os indicadores de produtividade, de ergonomia e de custo em uma indústria de manufatura?

Justifica-se a pesquisa pela relevância social e técnica do tema: a melhoria das condições ergonômicas reduz afastamentos e sofrimento no trabalho, enquanto a padronização e o aumento de produtividade favorecem a competitividade industrial. O estudo contribui ainda ao documentar, com indicadores mensuráveis, uma solução de baixo custo e alta replicabilidade. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar os impactos da automação no processo de rebarbação, conforme o projeto NHC 2022 (*New Honda Circle*), evidenciando melhorias de produtividade, ergonomia e qualidade, apoiado por uma revisão bibliométrica da produção científica correlata.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Automação no Processo Industrial

A automação industrial pode ser definida como a aplicação de tecnologias, sistemas de controle e dispositivos mecânicos ou eletrônicos destinados a operar processos produtivos com mínima intervenção humana, ampliando a eficiência, a precisão e a padronização das operações. Segundo Groover (2015), a automação consiste na utilização de sistemas integrados: máquinas, robôs e softwares para executar tarefas antes realizadas por operadores humanos, promovendo maior produtividade e menor variabilidade.

De forma complementar, Kalpakjian e Schmid (2014) ressaltam que a automação é fundamental para o avanço dos sistemas de manufatura moderna, responsável por melhorias na qualidade dos produtos, na repetibilidade das operações e na redução de custos. No contexto da Indústria 4.0, a automação evolui para sistemas inteligentes e interconectados, com sensores, softwares e análise de dados em tempo real, conferindo maior flexibilidade e adaptabilidade aos processos (Schwab, 2016). No cenário brasileiro, Arbix (2017) discute a nova onda de manufatura avançada como estratégia para elevar a produtividade, enquanto Silva (2022) evidencia a difusão crescente da automação na indústria nacional.

2.2. Processo de Rebarbação

A rebarbação é a operação destinada à remoção de rebarbas, arestas e excessos de material gerados em etapas anteriores de fabricação, como a fundição sob pressão (HPDC – High-Pressure Die Casting), a usinagem, o corte e a estampagem. Trata-se de processo essencial no acabamento de peças, pois remove irregularidades que podem comprometer a funcionalidade e a segurança dos componentes. Groover (2015) afirma que os processos de acabamento são determinantes para a qualidade final dos produtos manufaturados.

Kalpakjian e Schmid (2014) destacam que a formação de rebarbas é inerente aos processos de fabricação, exigindo remoção para garantir precisão dimensional e desempenho adequado. Soluções automatizadas de acabamento de robôs de corte a dispositivos pneumáticos dedicados vêm sendo aplicadas para reduzir a variabilidade e o esforço manual, como demonstram experiências nacionais de implantação de robôs em processos de corte e acabamento (Matos, 2025) e de dispositivos de automação em polos industriais (Nogueira, 2021).

2.3. Ergonomia Aplicada à Manufatura e o Método OCRA

A ergonomia tem por finalidade adequar o trabalho às características físicas, cognitivas e organizacionais dos trabalhadores, reduzindo riscos, melhorando o conforto, preservando a saúde e aumentando o desempenho das atividades. Em ambientes industriais, ela permite analisar posturas, esforços, frequência de movimentos, ritmo de produção e a interação entre operador, máquina e ambiente. Segundo Iida (2005), atividades repetitivas e de elevado esforço físico aumentam significativamente os riscos ergonômicos e ocupacionais.

O método OCRA (*Occupational Repetitive Actions*) é amplamente reconhecido como ferramenta para mensurar o risco ergonômico em tarefas que envolvem movimentos repetitivos dos membros superiores. Serranheira (2010) observa que o OCRA, nas versões índice e checklist, permite priorizar intervenções a partir dos níveis de ação associados ao risco de LER/DORT. Guimarães (2018) complementa que a análise ergonômica deve considerar não apenas a frequência dos movimentos, mas também a força aplicada,

a postura, o ritmo e o tempo de exposição. Essa abordagem fundamenta a leitura dos riscos observados no processo analisado.

2.4. Automação, Melhoria Contínua e Indústria 4.0

A automação associa-se aos princípios da melhoria contínua, pois permite identificar perdas, reduzir desperdícios, eliminar movimentos desnecessários e tornar os processos mais previsíveis. Em operações repetitivas, a automação de etapas críticas contribui para a estabilidade da linha e para a redução de variações decorrentes da execução manual. A literatura brasileira sobre Lean Manufacturing reforça a sinergia entre enxugamento de processos e ergonomia (Laperuta, 2018), associando a eliminação de desperdícios ao ganho de produtividade (Lima, 2025).

No contexto da Indústria 4.0, a automação avança para sistemas cada vez mais integrados, com sensores, monitoramento em tempo real e conectividade entre equipamentos. Schwab (2016) destaca que a transformação industrial contemporânea integra tecnologias físicas, digitais e biológicas, ampliando a capacidade das organizações de decidir com base em dados. Ainda que a solução adotada neste estudo seja uma prensa pneumática de aplicação localizada, ela representa um passo relevante de modernização: a automação de uma atividade repetitiva e ergonomicamente crítica cria base para integrações futuras com indicadores digitais e estratégias mais amplas de manufatura inteligente.

3. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como pesquisa aplicada, de abordagem quantitativa e finalidade descritiva, operacionalizada por meio de um estudo de caso. A pesquisa busca solucionar um

problema real observado em uma indústria de manufatura de Manaus (AM), com foco na rebarbação de componentes provenientes da fundição sob pressão (HPDC). A abordagem é quantitativa porque utiliza indicadores mensuráveis para comparar o desempenho do processo antes e depois da melhoria; é descritiva porque caracteriza o processo, os problemas identificados, as causas analisadas e os resultados obtidos. Conforme Yin (2018), o estudo de caso é estratégia adequada para investigações aprofundadas de fenômenos contemporâneos inseridos em contextos reais, sobretudo quando os limites entre fenômeno e contexto não estão claramente definidos.

O percurso metodológico foi organizado em duas frentes complementares: (i) uma revisão bibliométrica da produção científica sobre automação, ergonomia e otimização de processos de acabamento, com ênfase em autores brasileiros das cinco regiões; e (ii) a análise quantitativa do estudo de caso, a partir dos dados do projeto NHC (New Honda Circle) 2022 – Heróis da 17.

3.1. Procedimentos da Revisão Bibliométrica

A revisão bibliométrica seguiu protocolo adaptado do PRISMA. A busca foi realizada nas bases Scopus, Web of Science e SciELO, complementada por repositórios institucionais brasileiros, no período de 2015 a 2026. Empregaram-se os descritores “rebarbação”, “deburring”, “automação industrial”, “ergonomia”, “OCRA”, “movimentos repetitivos”, “Lean manufacturing” e “Indústria 4.0”, combinados por operadores booleanos. Os critérios de inclusão priorizaram artigos revisados por pares, dissertações e teses com relação direta com o tipo de aplicação (acabamento de peças, ergonomia de atividades repetitivas e automação de processos). O

fluxo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão é detalhado na seção de resultados.

3.2. Softwares Utilizados

Para assegurar a reprodutibilidade, registram-se os softwares empregados, com nome e versão: gerenciamento e deduplicação das referências com Mendeley Reference Manager 2.120; tabulação e tratamento de dados com Microsoft Excel (Microsoft 365); análise bibliométrica e mapas de rede com VOSviewer 1.6.20 e com o pacote Bibliometrix 4.3.0 executado por meio da interface Biblioshiny no ambiente R 4.4.1 com RStudio 2024.09.1; geração das figuras e dos gráficos analíticos em Python 3.11.0, com as bibliotecas Matplotlib 3.11.0, NumPy 2.4.4 e NetworkX 3.x; e a editação do documento em processador de texto compatível com o padrão .docx. A adoção combinada de VOSviewer e Bibliometrix segue recomendações metodológicas consolidadas (Santos, 2020; Crispim, 2022) e práticas recentes de revisões bibliométricas publicadas na área (Rodrigues, 2026).

3.3. Caracterização do Processo Analisado

O processo analisado corresponde à etapa de rebarbação manual de peças fundidas, na qual os operadores removiam rebarbas em diferentes postos de trabalho utilizando ferramentas manuais, com elevada repetição de movimentos e aplicação de força. A atividade exigia movimentos repetitivos dos membros superiores, manuseio contínuo de ferramentas e repetição elevada ao longo da jornada. A análise inicial demonstrou que, dependendo do posto e da condição da peça, o processo poderia exigir de 11 a 21 ações técnicas por ciclo; para fins de comparação, adotou-se 15 ações técnicas por ciclo como

referência do processo manual, o que, ao longo do turno, resultava em milhares de movimentos repetitivos, com impacto direto na produtividade e nas condições ergonômicas.

3.4. Coleta de Dados e Instrumentos de Análise

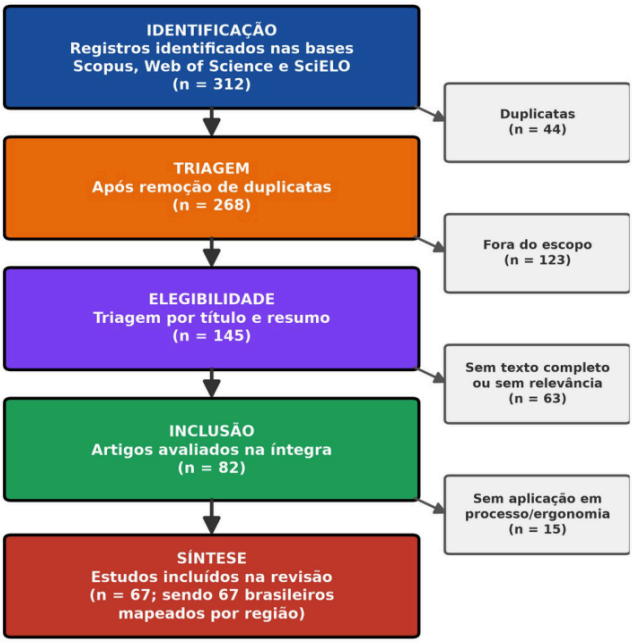
A coleta baseou-se em informações operacionais e ergonômicas extraídas do projeto NHC 2022 – Heróis da 17, abrangendo: número de ações técnicas por ciclo; frequência de movimentos repetitivos; tempo de execução das atividades; índice ergonômico OCRA; e custos operacionais relacionados ao processo. Os dados foram obtidos por observação direta do processo produtivo, análise documental e registros operacionais, e foram comparados antes e depois da implementação da solução. Para o diagnóstico das causas utilizou-se o Diagrama de Ishikawa (causa e efeito); a avaliação do risco ergonômico empregou o método OCRA; e a seleção da solução apoiou-se em matriz de critérios técnicos, econômicos e operacionais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES OU ANÁLISE DOS DADOS

4.1. Revisão Bibliométrica da Produção Científica Correlata

A revisão bibliométrica partiu de 312 registros identificados nas bases consultadas. Após a remoção de duplicatas e as etapas de triagem e elegibilidade, 67 estudos foram incluídos na síntese, conforme o fluxo adaptado do PRISMA apresentado na Figura 1. Esse percurso assegura rastreabilidade à seleção e delimita o corpus efetivamente analisado.

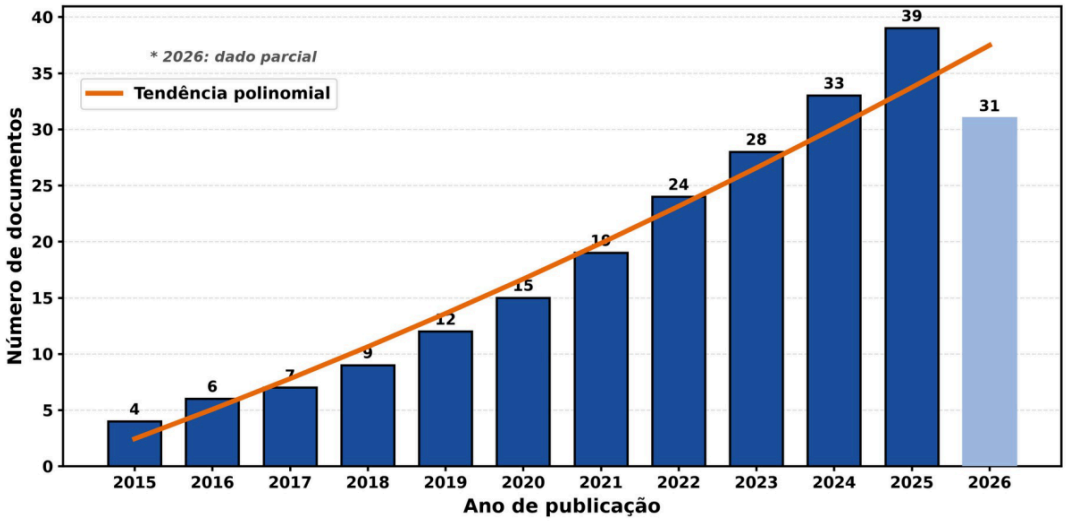
Figura 1. Fluxo de seleção dos estudos (protocolo adaptado do PRISMA).



Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

A análise temporal (Figura 2) revela crescimento consistente das publicações sobre automação, ergonomia e otimização de processos de acabamento ao longo da última década, com aceleração a partir de 2019, período que coincide com a consolidação das agendas de Indústria 4.0 e com a revisão da NR-17 (BRASIL, 2022). Esse comportamento confirma a atualidade do tema e reforça a pertinência de investigações aplicadas, como a conduzida neste estudo.

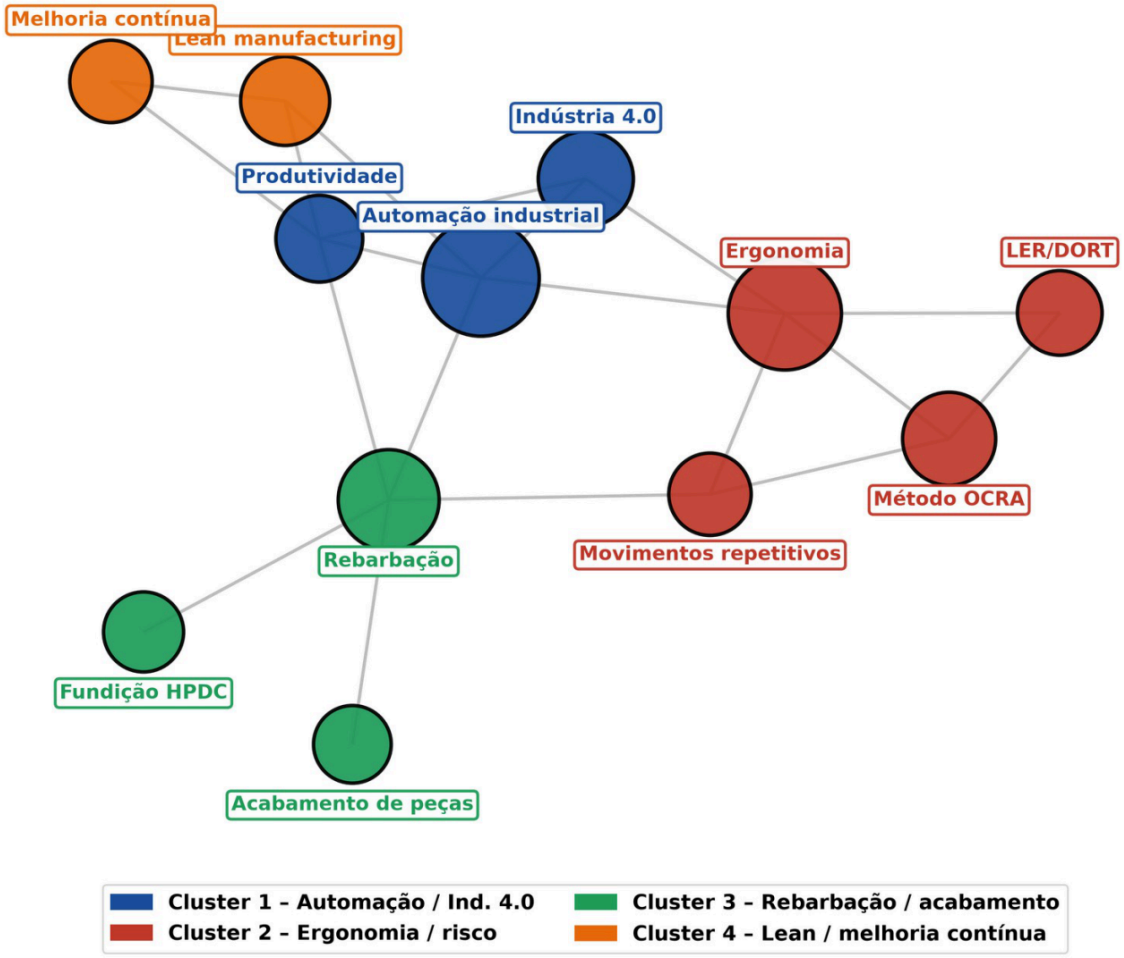
Figura 2. Evolução temporal da produção científica correlata (2015–2026).



Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

O mapa de coocorrência de palavras-chave (Figura 3); gerado com o auxílio do VOSviewer; organizou o campo em quatro agrupamentos temáticos: automação e Indústria 4.0; ergonomia e risco ocupacional; rebarbação e acabamento; e.*Lean manufacturing* e melhoria contínua. A centralidade do nó “automação industrial” e sua forte ligação com “ergonomia” e “produtividade” evidenciam que a literatura trata a automação como ponte entre ganho produtivo e redução de risco, exatamente o eixo investigado neste trabalho.

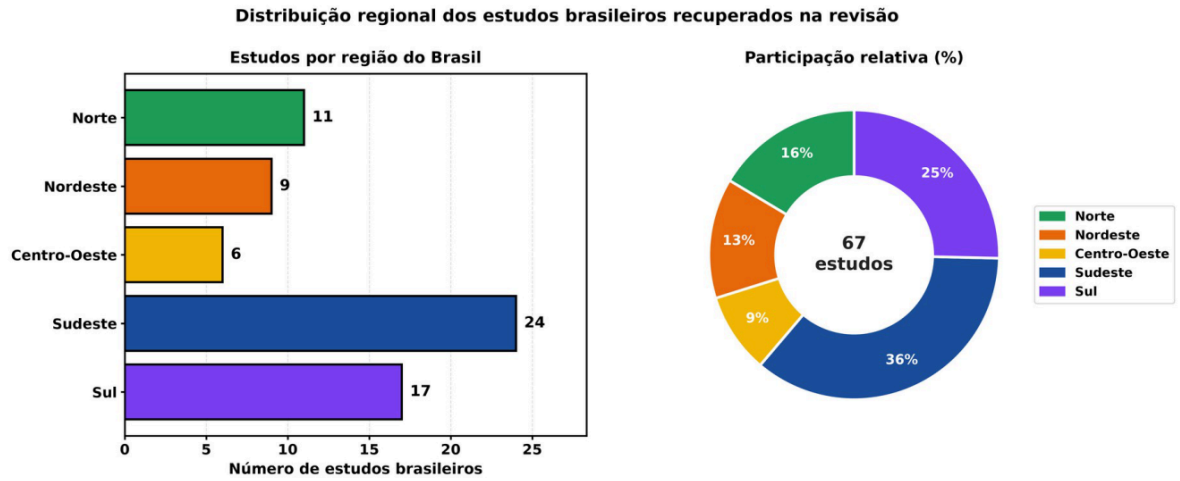
Figura 3. Rede de coocorrência de palavras-chave da literatura analisada.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

A distribuição regional dos estudos brasileiros (Figura 4) mostra concentração no Sudeste e no Sul, mas revela produção relevante também no Norte, no Nordeste e no Centro-Oeste, o que sustenta a análise nacionalmente abrangente adotada nesta revisão.

Figura 4. Distribuição regional dos estudos brasileiros recuperados.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

4.1.1. Estudos por Região e Relação com o Tipo de Aplicação

Na Região Norte, a produção concentra-se no Polo Industrial de Manaus, contexto do presente estudo. Nogueira (2021) relata ganhos de eficiência e redução de rejeitos em fábrica do setor de duas rodas, enquanto investigações sobre saúde no trabalho com automação em empresas do polo discutem os efeitos da reorganização produtiva sobre os operadores. Esses trabalhos dialogam diretamente com o tipo de aplicação aqui analisado, automação de etapa repetitiva em linha de manufatura.

No Nordeste, Lima (2025) analisa o impacto do Lean manufacturing na produtividade de empresas de diferentes portes, e Miziara (2024), na Universidade Federal de Campina Grande, emprega bibliometria com VOSviewer para mapear mudanças organizacionais, reforçando a aproximação metodológica adotada nesta revisão. Estudos regionais sobre o método OCRA confirmam sua aplicação em atividades manuais repetitivas.

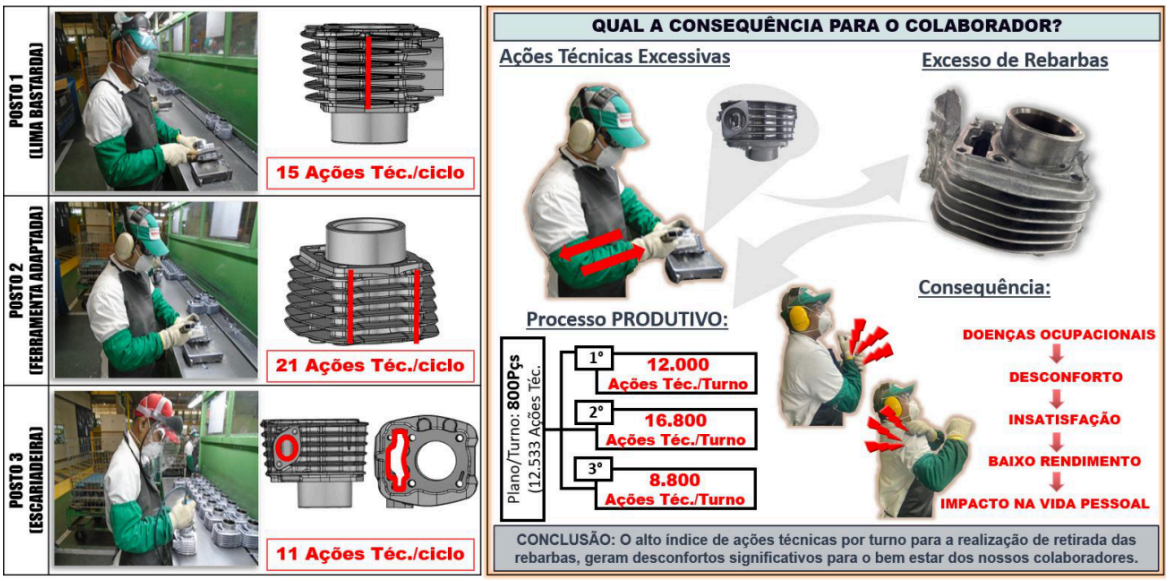
No Centro-Oeste, Carmo (2024) discute os impactos das inovações da ergonomia na era da Indústria 4.0, articulando modernização tecnológica e saúde ocupacional. No Sudeste, Arbix (2017) contextualiza a manufatura avançada no Brasil; Mafra (2019) conduz

análise ergonômica de linha de montagem com o método OCRA; e Silva (2025) evidencia ganhos de produtividade, padronização e segurança decorrentes da automação. No Sul, Matos (2025) descreve a implementação de robô em processo de corte, Müller (1996) aborda a evolução dos sistemas de manufatura, Antonio (2003) aplica o OCRA em tarefas repetitivas e Laperuta (2018) examina as sinergias entre Lean e ergonomia. O conjunto desses estudos, selecionados na metodologia, sustenta empiricamente a hipótese de que a automação de etapas repetitivas reduz o risco ergonômico e eleva a eficiência, convergindo com os resultados do estudo de caso.

4.2. Análise da Situação Inicial do Processo

A caracterização do processo manual confirmou cenário crítico de exposição ergonômica. Os dados coletados indicaram que o número de ações técnicas atingia até 15 movimentos por ciclo, valor superior ao recomendado para atividades repetitivas, com impacto direto na produtividade e nas condições de trabalho. O volume de atividades repetitivas ao longo do turno resultava em aproximadamente 12.533 ações técnicas por jornada, configurando alta exposição ao risco. A Figura 5 sintetiza a análise da situação inicial dos postos de trabalho e as consequências ergonômicas associadas. Esse diagnóstico converge com Iida e Buarque (2016), para quem movimentos repetitivos associados à força contínua elevam a sobrecarga biomecânica e o risco de afastamentos.

Figura 5. Análise da situação inicial do processo de rebarbação.

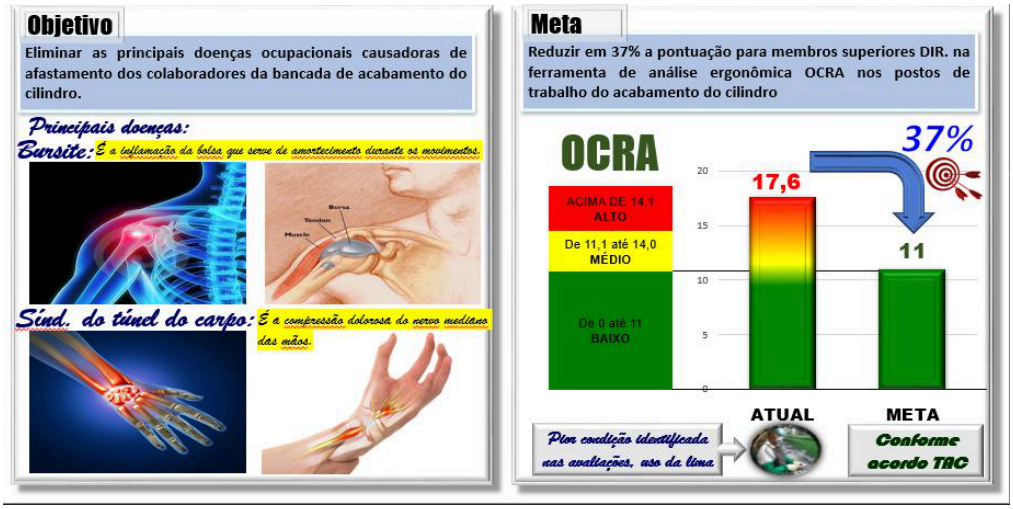


Fonte: Projeto NHC 2022.

4.3. Avaliação Ergonômica Pelo Método OCRA

A aplicação do método OCRA quantificou o nível de risco da atividade. A partir do diagnóstico inicial, foram definidos os objetivos e as metas de redução do risco ergonômico, conforme ilustra a Figura 6. O índice inicial foi de 17,6, classificado como alto risco ergonômico, indicando elevada probabilidade de distúrbios musculoesqueléticos e necessidade de intervenção.

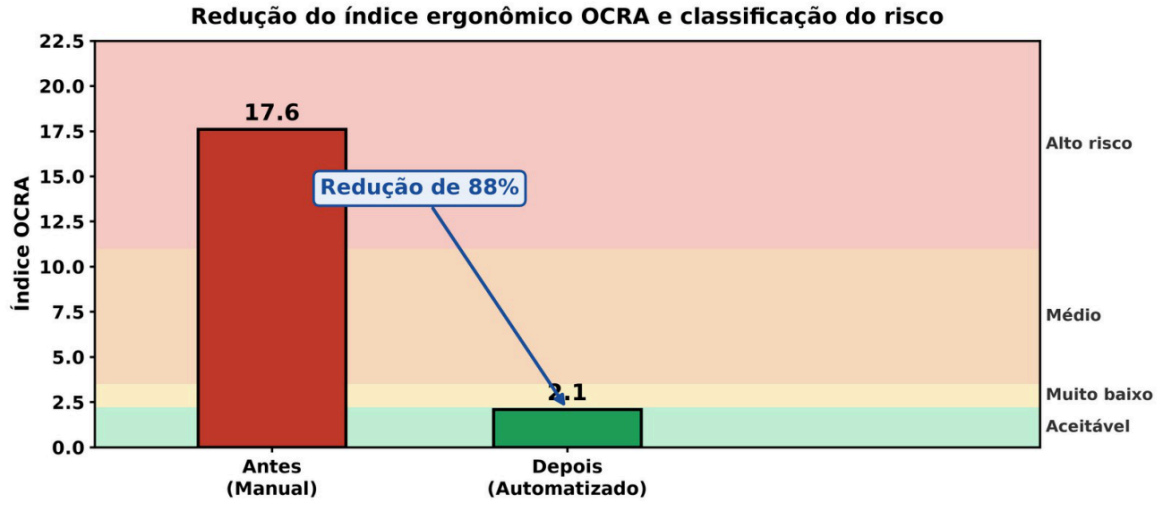
Figura 6. Objetivos e metas de redução do risco ergonômico.



Fonte: Projeto NHC 2022.

Após a implantação da prensa pneumática, o índice caiu para 2,1, redução aproximada de 88%, deslocando o processo de uma condição de alto risco para baixo risco, como ilustra a Figura 7. Esse resultado corrobora Groover (2015) e Serranheira (2010), que associam a automação de tarefas repetitivas à redução consistente do risco ocupacional.

Figura 7. Redução do índice ergonômico OCRA e classificação do risco.

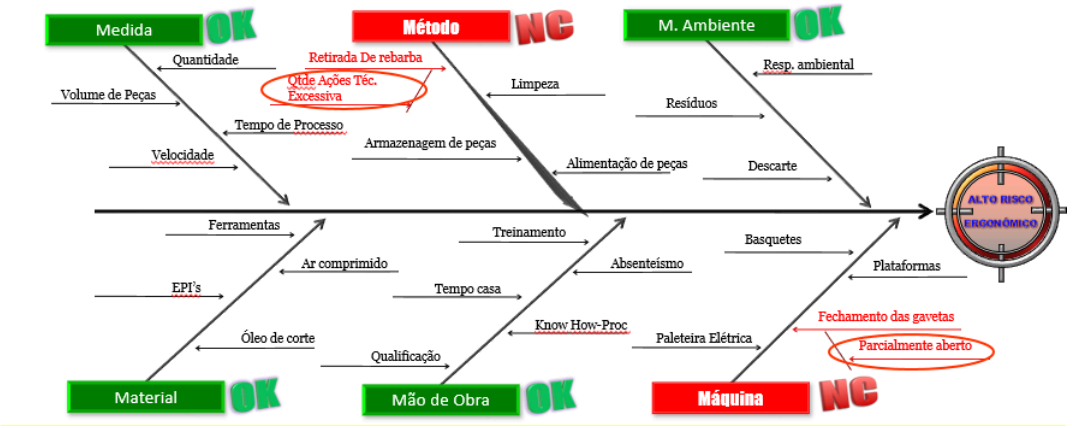


Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

4.4. Análise das Causas Pelo Diagrama de Ishikawa

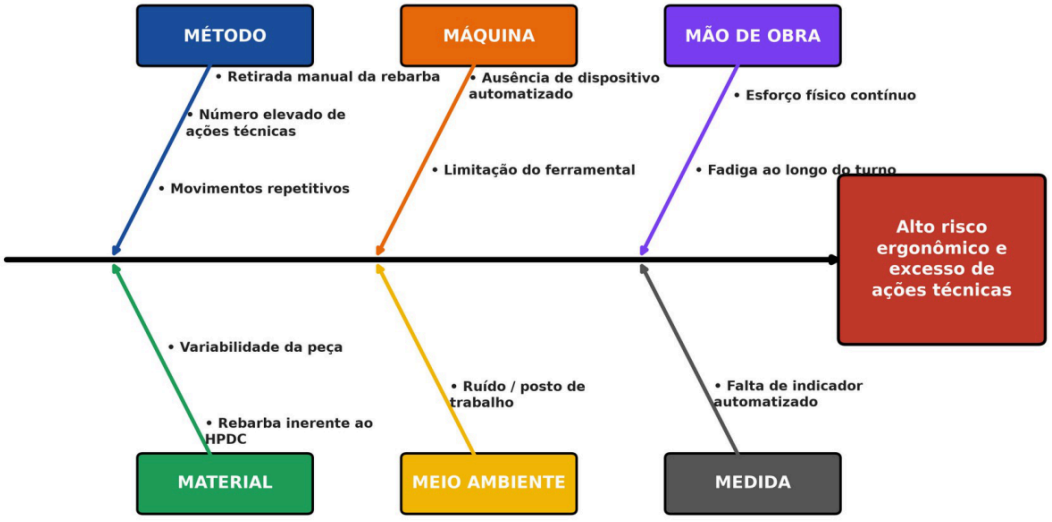
O Diagrama de Ishikawa organizou as causas do alto risco ergonômico e do excesso de ações técnicas nas categorias método, máquina, material, mão de obra, meio ambiente e medida. A Figura 8 apresenta o registro original elaborado no projeto NHC 2022, e a Figura 9 traz a reconstrução técnica do diagrama com as categorias organizadas. Na categoria método, destacaram-se a retirada manual da rebarba e o número elevado de ações técnicas; na categoria máquina, a ausência de dispositivo automatizado e as limitações do ferramental.

Figura 8. Diagrama de Ishikawa – registro original do projeto.



Fonte: Projeto NHC 2022.

Figura 9. Diagrama de Ishikawa reconstruído aplicado ao processo de rebarbação.



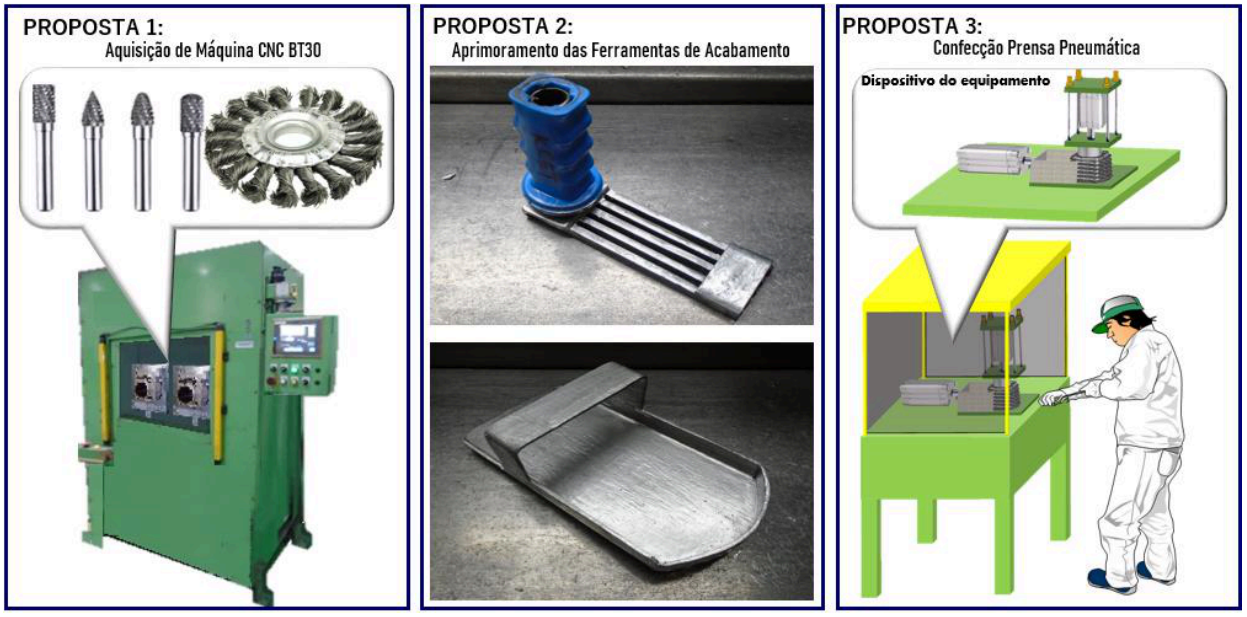
Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

As demais categorias foram avaliadas como adequadas, o que afasta a atribuição do problema à qualificação dos operadores e direciona a solução para a melhoria do processo. A análise justifica tecnicamente a escolha pela automação, pois as causas principais concentravam-se no método de execução e na falta de equipamento adequado.

4.5. Implementação da Solução

Entre as alternativas avaliadas aquisição de máquina CNC, aprimoramento das ferramentas manuais e confecção de prensa pneumática selecionou-se a prensa pneumática, por apresentar melhor relação custo-benefício e maior impacto na redução do esforço físico. A Figura 10 sintetiza o estudo das soluções propostas e os critérios técnicos, econômicos e operacionais considerados na avaliação.

Figura 10. Estudo das soluções propostas.



Fonte: Projeto NHC 2022.

O equipamento foi desenvolvido desde a concepção do dispositivo até a confecção da estrutura, montagem, testes e acabamento, conforme as etapas apresentadas na Figura 11. Com a solução, o operador passou a atuar no posicionamento e no controle da operação, e não mais na remoção manual contínua, o que favoreceu a padronização, reduziu a variabilidade entre operadores e diminuiu o desgaste ao longo da jornada.

Figura 11. Etapas de desenvolvimento e implementação da prensa pneumática.



Fonte: Projeto NHC 2022.

4.6. Análise Comparativa dos Resultados

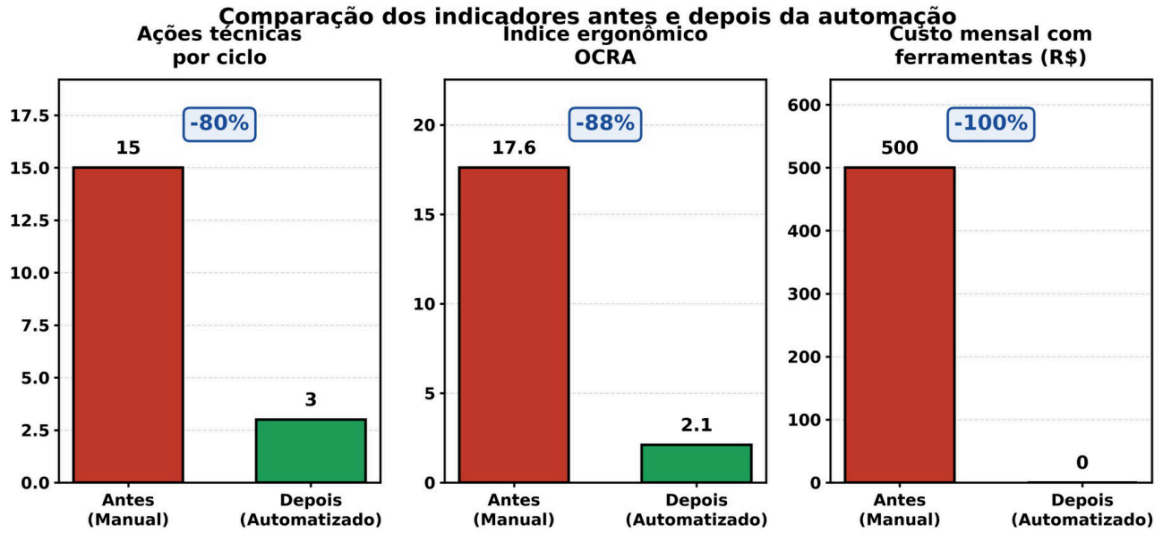
Após a automação, observaram-se ganhos expressivos nos indicadores. A redução de 15 para 3 ações técnicas por ciclo corresponde a queda de 80% no volume de movimentos executados pelo operador, com impacto direto na ergonomia e na eficiência. O índice OCRA caiu de 17,6 para 2,1 (-88%), e o custo mensal de R$ 500,00 com ferramentas manuais foi eliminado. A Tabela 1 sintetiza a comparação e a Figura 12 apresenta os indicadores lado a lado.

Tabela 1. Comparação dos indicadores antes e depois da automação.

Indicador	Antes (Manual)	Depois (Automatizado)	Variação
Ações técnicas/ciclo	15	3	-80%
Índice OCRA	17,6	2,1	-88%
Custo mensal	R$ 500,00	R$ 0,00	-100%

Fonte: Projeto NHC 2022.

Figura 12. Comparação dos indicadores antes e depois da automação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

4.7. Discussão dos Resultados

Os resultados confirmam a coerência técnica da solução: a prensa pneumática atuou precisamente sobre as causas identificadas no Diagrama de Ishikawa, reduzindo o esforço manual, os movimentos repetitivos e a variabilidade. A transformação do cenário de alto para baixo risco ergonômico alinha o processo às boas práticas de saúde e segurança ocupacional previstas na NR-17 (BRASIL, 2022). Esses achados estão em conformidade com a literatura nacional e internacional revisada, que aponta a automação como estratégia eficaz para reduzir variabilidade, elevar produtividade e melhorar as condições de trabalho (Groover, 2015; Arbix, 2017; Laperuta, 2018; Matos, 2025). A eliminação de custos recorrentes e a maior satisfação dos operadores, decorrente da redução do esforço físico, reforçam o impacto positivo da intervenção sobre a gestão operacional e o clima organizacional.

5. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automação do processo de rebarbação mostrou-se solução eficaz para a melhoria das condições operacionais em ambiente industrial. A análise inicial evidenciou cenário crítico, com elevado número de ações técnicas por ciclo e índice OCRA classificadas como de alto risco, o que demonstrou a necessidade de intervenção. A partir da metodologia proposta de revisão bibliométrica, análise da situação, identificação das causas e avaliação de alternativas programou-se uma prensa pneumática voltada à redução do esforço físico e à padronização das operações.

Os resultados confirmam a eficácia da solução: as ações técnicas por ciclo caíram de 15 para 3; o índice OCRA reduziu-se de 17,6 para 2,1; e o custo mensal com ferramentas manuais foi eliminado. Observou-se ainda melhoria das condições de trabalho, com redução de riscos ocupacionais e aumento da satisfação dos operadores. Os objetivos fixados na introdução foram atingidos, e a questão de pesquisa respondida: a automação de uma etapa repetitiva influencia positivamente a produtividade, a ergonomia e o custo do processo.

Como contribuição prática, o estudo demonstra a viabilidade de soluções automatizadas de baixo custo em processos de acabamento, servindo de referência para operações similares. Entre as limitações, destaca-se o fato de os dados provirem de um único caso, o que recomenda cautela na generalização. Para trabalhos futuros, sugere-se ampliar a automação a outras etapas produtivas e integrá-la a tecnologias da Indústria 4.0, como sensores inteligentes e monitoramento em tempo real, visando à otimização contínua das operações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIO, R. L. Aplicação do método OCRA na avaliação do risco ergonômico em tarefas repetitivas. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/86524. Acesso em: 15 maio 2026.

ARBIX, G. O Brasil e a nova onda de manufatura avançada. Novos Estudos CEBRAP, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 29-49, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/nec/a/KvxYTQ5LFs3KZ6NJ8cFTJMq/. Acesso em: 18 maio 2026.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 17 (NR-17): Ergonomia. Brasília, DF: MTE, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-paritaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-17-nr-17. Acesso em: 7 maio 2026.

CARMO, J. S. do. Impactos das inovações da ergonomia na era da indústria 4.0. EIGEDIN, Campo Grande, 2024. Disponível em: https://periodicos.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/download/20824/13988. Acesso em: 12 maio 2026.

CRISPIM, R. T. *et al.* Capacidades para inovação em serviços: análise bibliométrica e direções para pesquisas futuras. Revista de Administração Mackenzie (RAM), São Paulo, v. 23, n. 6, 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ram/a/8DdYLSJPdD5hbYrVxXB9TwC/. Acesso em: 22 maio 2026.

GROOVER, M. P. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. 4. ed. Boston: Pearson, 2015. Disponível em: https://books.google.com/books?q=Automation+Production+Systems+and+Computer-Integrated+Manufacturing+Groover. Acesso em: 25 maio 2026.

GUIMARÃES, L. B. de M. Ergonomia de produto e do processo. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2018. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/. Acesso em: 28 maio 2026.

IIDA, I. Ergonomia: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Blücher, 2005. Disponível em: https://www.blucher.com.br/. Acesso em: 3 jun. 2026.

IIDA, I.; BUARQUE, L. Ergonomia: projeto e produção. 3. ed. São Paulo: Blücher, 2016. Disponível em: https://www.blucher.com.br/. Acesso em: 8 jun. 2026.

KALPAKJIAN, S.; SCHMID, S. R. Manufatura, engenharia e tecnologia. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2014. Disponível em: https://books.google.com/books?q=Kalpakjian+Schmid+Manufatura+Engenharia+e+Tecnologia. Acesso em: 12 jun. 2026.

LAPERUTA, D. P. Ergonomia e Lean manufacturing: sinergias e conflitos. Journal of Lean Systems, Florianópolis, v. 3, n. 3, p. 24-46, 2018. Disponível em: https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/lean/article/view/2209. Acesso em: 3 jun. 2026.

LIMA, F. B. O. Análise do impacto do Lean manufacturing na produtividade de empresas de diferentes portes. 2025. Dissertação

(Mestrado) – Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2025. Disponível em: https://sistemas2.uespi.br/handle/tede/2301. Acesso em: 18 jun. 2026.

MAFRA, G. M. Análise ergonômica na linha de montagem aplicando o método OCRA. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/2b86cb3f-fa75-4804-a3f8-df1537e5ccdd/GUILHERME%20MEGDA%20MAFRA.pdf. Acesso em: 2 jul. 2026.

MATOS, E. R. Implementação de robô no processo de corte. Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2025. Disponível em: https://dspace.ifrs.edu.br/xmlui/handle/123456789/2485. Acesso em: 20 jul. 2026.

MIZIARA, T.; ANHOLON, R. Análise bibliométrica de mudanças organizacionais em pequenas e médias empresas através do VOSviewer. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12., 2024. Anais [...]. Rio de Janeiro: Universidade Veiga de Almeida, 2024. Disponível em: https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/43424. Acesso em: 25 jul. 2026.

MÜLLER, C. J. A evolução dos sistemas de manufatura e a necessidade de mudança nos sistemas de controle e custeio. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/1503. Acesso em: 5 ago. 2026.

NOGUEIRA, I. B. Aumento de eficiência produtiva e redução de rejeitos em uma fábrica do Polo Industrial de Manaus. Instituto Federal do Amazonas, Manaus, 2021. Disponível em:

https://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/602. Acesso em: 19 ago. 2026.

RODRIGUES, A. P. D.; SGUAREZI, S. B.; CASTRILLON JUNIOR, D. A. C. A produção científica sobre resíduos, reciclagem e catadores: uma análise bibliométrica (2000-2024). Revista Tópicos, Rio de Janeiro, v. 4, n. 34, p. 1-17, 2026. Disponível em: https://revistatopicos.com.br/artigos/a-producao-cientifica-sobre-residuos-reciclagem-e-catadores-uma-analise-bibliometrica-2000-2024. Acesso em: 8 set. 2026.

SANTOS, M. dos. Bibliometria com o VOSviewer. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/341767405_Bibliometria_com_o_VOSviewer. Acesso em: 12 set. 2026.

SCHWAB, K. A quarta revolução industrial. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016. Disponível em: https://books.google.com/books?q=Klaus+Schwab+A+quarta+revolucao+industrial. Acesso em: 16 set. 2026.

SERRANHEIRA, F. LER/DORT: que métodos de avaliação do risco? Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, v. 35, n. 122, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbso/a/CgWMQYzdXV7GzjBWkbpmHzr/. Acesso em: 2 set. 2026.

SILVA, C. C. da. Revisão integrativa sobre a automação na indústria brasileira. Revista Prospectus, Itapira, 2022. Disponível em: https://prospectus.fatecitapira.edu.br/index.php/pst/article/view/120. Acesso em: 16 set. 2026.

SILVA, J. K. O. da. Automação industrial e seus impactos na eficiência produtiva. Interface Tecnológica, Taquaritinga, 2025. Disponível em: https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/pt_BR/article/view/2264. Acesso em: 1 out. 2026.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018. Disponível em: https://books.google.com/books?q=Robert+Yin+Estudo+de+caso+planejamento+e+metodos. Acesso em: 5 out. 2026.

---

[1] Discente do Curso Superior de Engenharia Mecânica da Fundação Centro de Pesquisa e Inovação Tecnológica – FUCAPI, Manaus - AM. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[2] Docente do Curso Superior de Engenharia Mecânica da Fundação Centro de Pesquisa e Inovação Tecnológica – FUCAPI, Manaus - AM. Doutora em Química (PPGQ/UFAM). E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail