

ASPECTOS DA NR 31 NA ENGENHARIA MECÂNICA: UMA REVISÃO

YASMIN APARECIDA DA SILVA IZURSA¹; ANDRÉ TIAGO SANTOS²

¹Discente do curso de Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, *Campus Itaquaquecetuba*. E-mail: y.izursa@gmail.com

²Docente do curso de Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, *Campus Itaquaquecetuba*. E-mail: andre.eng.autom@gmail.com

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar as aplicações da Norma Regulamentadora nº 31 (NR 31) no contexto da Engenharia Mecânica, com ênfase na segurança no trabalho rural, no uso de máquinas agrícolas e prevenção de acidentes em atividades mecanizadas. A pesquisa foi desenvolvida a partir de revisão bibliográfica e documental, com base em artigos científicos, legislações atualizadas e estudos de caso entre os anos de 2020 e 2025. Os resultados indicam que a atuação do engenheiro mecânico é determinante para a conformidade com a NR 31, especialmente no desenvolvimento, na manutenção e na adequação técnica de tratores e implementos agrícolas, contribuindo diretamente para a redução de riscos nas atividades mecanizadas. Conclui-se que o cumprimento das exigências normativas está diretamente relacionado à segurança e à eficiência das atividades agrícolas mecanizadas.

Palavras-chave: NR 31; Engenharia Mecânica; Segurança no trabalho rural; Máquinas agrícolas; Acidentes.

NR 31 ASPECTS IN MECHANICAL ENGINEERING: A REVIEW

ABSTRACT

This study analyzes the applications of Regulatory Standard No. 31 (NR 31) within the field of Mechanical Engineering, focusing on rural occupational safety, the use of agricultural machinery, and the prevention of accidents in mechanized activities. The research was conducted through a bibliographic and documentary review, considering publications from 2020 to 2025. A total of 18 studies were initially identified, of which 9 were selected for in-depth analysis due to their direct relevance to the proposed theme. The results indicate that mechanical engineers play a fundamental role in ensuring compliance with NR 31, particularly in the design, maintenance, and technical adaptation of agricultural machinery and equipment. It is concluded that adherence to NR 31 is directly associated with accident reduction, improved operational efficiency, and the strengthening of a safety culture in rural environments.

Keywords: NR 31; Mechanical Engineering; Rural occupational safety; Agricultural machinery; Accidents.

1 INTRODUÇÃO

A mecanização agrícola constitui um dos principais vetores de modernização do setor agropecuário brasileiro, contribuindo significativamente para o aumento da produtividade, da eficiência e das condições de segurança nas atividades rurais. Entretanto, apesar dos avanços tecnológicos, diversas operações ainda são realizadas com significativa intervenção manual, o que expõe trabalhadores a diferentes tipos de riscos ocupacionais, especialmente em atividades que envolvem máquinas e implementos agrícolas (ZIMMERMANN *et al.*, 2020).

Nesse contexto, a Norma Regulamentadora nº 31 (NR 31), estabelecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego, apresenta diretrizes essenciais voltadas à segurança e à saúde no

trabalho rural, contemplando aspectos relacionados ao uso de máquinas, equipamentos e processos produtivos (BRASIL, 2024). A norma estabelece requisitos que visam reduzir a exposição a riscos, promover condições adequadas de trabalho e orientar práticas seguras nas atividades agrícolas mecanizadas.

A interface entre a NR 31 e a Engenharia Mecânica torna-se particularmente relevante na medida em que a adequação às exigências normativas depende diretamente de soluções técnicas relacionadas ao projeto, à manutenção, à adaptação e à operação de máquinas e implementos agrícolas (SILVA *et al.*, 2021). Nesse sentido, a atuação do engenheiro mecânico não se limita ao desenvolvimento de equipamentos, mas envolve também a análise de riscos, a implementação de dispositivos de segurança e a garantia de conformidade com as normas regulamentadoras.

Assim, este trabalho tem como objetivo analisar as aplicações da NR 31 no campo da Engenharia Mecânica, discutindo como o desenvolvimento de soluções técnicas, a manutenção preventiva e a adequação de máquinas e implementos contribuem para a melhoria das condições de trabalho no meio rural e para a redução de acidentes.

A mecanização agrícola, representada pelo uso de tratores, implementos e sistemas de transmissão de potência, configura-se como elemento central no desenvolvimento agropecuário brasileiro. Nesse sentido, a compreensão dos aspectos normativos e tecnológicos associados à NR 31 possibilita ampliar a discussão sobre segurança operacional, sustentabilidade produtiva e responsabilidade técnica no setor.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A Norma Regulamentadora nº 31 (NR 31), instituída pelo Ministério do Trabalho em 2005, surgiu como resposta ao elevado número de acidentes no meio rural, especialmente aqueles relacionados ao uso de máquinas agrícolas, à ausência de capacitação técnica e à precarização das condições de trabalho (BRASIL, 2024). Antes de sua implementação, o setor agropecuário carecia de diretrizes específicas voltadas à segurança operacional, o que contribuía para índices elevados de lesões, esmagamentos e mortes associadas a tratores e implementos agrícolas (ZIMMERMANN *et al.*, 2020).

A evolução da NR 31 acompanha as transformações ocorridas no setor agropecuário, especialmente no que se refere à intensificação da mecanização e ao uso de máquinas de maior complexidade. Com o avanço tecnológico observado a partir da década de 2010, tornaram-se mais evidentes os desafios relacionados à segurança no uso de equipamentos agrícolas,

incluindo falhas operacionais, manutenção inadequada e desgaste estrutural de componentes utilizados em atividades de campo (SILVA *et al.*, 2021).

Nesse contexto, a literatura passou a enfatizar a necessidade de desenvolvimento de soluções técnicas voltadas à redução de riscos, como a implementação de dispositivos de segurança, melhorias nos sistemas de acoplamento e estratégias de manutenção preventiva. Essas demandas evidenciam que o aumento da mecanização, embora associado a ganhos produtivos, também impõe novos desafios à segurança do trabalho rural, exigindo maior integração entre normativas e soluções de engenharia (SILVA, 2022), sobretudo em um cenário marcado por fragilidades na proteção jurídica do trabalhador rural (SILVA, M. D. R., 2022).

A reformulação da NR 31 em 2020 representou um marco importante, pois atualizou terminologias, reorganizou responsabilidades e incorporou exigências relacionadas à prevenção de acidentes por esmagamento, ergonomia, capacitação e manutenção preventiva. Segundo Baseggio e Baseggio (2024), as mudanças trouxeram maior clareza normativa e reforçaram a responsabilização de empregadores e fabricantes de máquinas, ainda que alguns dispositivos tenham sido criticados por flexibilizar obrigações em contextos de baixa fiscalização, evidenciando tensões entre a normatização e sua efetiva aplicação no contexto jurídico e trabalhista (CARVALHO E SILVA, 2022).

Outra atualização significativa ocorreu em 2024, alinhada ao avanço das tecnologias agrícolas e à expansão dos sistemas de automação e monitoramento (BRASIL, 2024). Rezende (2025) destaca que a exigência de sistemas de engate rápido e dispositivos auxiliares no acoplamento de implementos reduz drasticamente acidentes decorrentes da permanência do operador entre o trator e o equipamento, um dos cenários mais críticos da mecanização rural.

Os estudos também enfatizam a relação direta entre falhas mecânicas, manutenção inadequada e acidentes graves. A Engenharia Mecânica, nesse contexto, desempenha papel central na prevenção, seja por meio de análises estruturais, desenvolvimento de sistemas de proteção, avaliação de vibrações, inspeções periódicas e adequação técnica de máquinas e implementos (SILVA *et al.*, 2021). Para Zimmermann *et al.* (2020), a ausência de dispositivos de segurança em tratores antigos, somada à improvisação de peças de acoplamento, contribui significativamente para a reincidência de acidentes no campo.

O avanço tecnológico recente também trouxe novas perspectivas: ferramentas de Inteligência Artificial têm sido aplicadas na predição de falhas mecânicas, análise de vibração, detecção de fadiga estrutural e gerenciamento de manutenção, constituindo um campo emergente com grande potencial de reduzir ocorrências no ambiente agrícola (SILVA *et al.*, 2021).

Assim, a literatura demonstra que o histórico da NR 31 está diretamente ligado às transformações tecnológicas, ao aumento da mecanização e à urgência de proteger o trabalhador rural. A interação entre normas, engenharia e inovação constitui elemento essencial para promover ambientes produtivos seguros, sustentáveis e alinhados às demandas contemporâneas do agronegócio.

3 METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória e documental. Conforme Marconi e Lakatos (2017), adotou-se como procedimento metodológico a revisão bibliográfica e documental, considerando publicações que abordassem a segurança no trabalho rural e a aplicação da Engenharia Mecânica em máquinas agrícolas.

A busca foi realizada a partir da palavra-chave central “NR 31 engenharia mecânica”, complementada por termos relacionados a acidentes, segurança ocupacional e mecanização agrícola. Foram consultadas as bases Google Acadêmico, SciELO, Portal CAPES, além de documentos oficiais do Ministério do Trabalho e Emprego.

Inicialmente, foram identificados 18 manuscritos publicados entre 2020 e 2025. Após a leitura dos títulos, resumos e textos completos, foram selecionados 9 estudos para análise aprofundada, considerando sua relevância direta com o tema proposto.

Como critérios de seleção, consideraram-se publicações entre 2020 e 2025, com acesso completo e gratuito, que abordassem a segurança no trabalho rural associada à Engenharia Mecânica. Foram excluídos materiais anteriores ao recorte temporal estabelecido, com acesso restrito ou incompleto, bem como aqueles que não apresentavam relação direta com o objeto da pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento bibliográfico identificou 18 manuscritos, publicados entre 2020 e 2025. Após a aplicação dos critérios de seleção, 9 estudos foram analisados integralmente por apresentarem relação direta com a NR 31 e com a aplicação da Engenharia Mecânica no contexto da segurança no trabalho rural.

Os estudos analisados abordam diferentes dimensões relacionadas à temática investigada, incluindo prevenção de acidentes, histórico e atualizações da NR 31, sistemas de engate rápido, estatísticas de acidentes com máquinas agrícolas, políticas de fiscalização, formação profissional, ergonomia aplicada, responsabilidade técnica na operação de

equipamentos e o uso de tecnologias emergentes, como a inteligência artificial na detecção de falhas mecânicas.

Considerando os 18 manuscritos identificados no levantamento inicial, a distribuição temática das produções acadêmicas evidencia o seguinte panorama, conforme apresentado na Tabela.

Tabela 1 – Distribuição temática dos manuscritos analisados (2020–2025)

CATEGORIA TEMÁTICA	PERCENTUAL (%)
Prevenção de acidentes	33%
Engenharia Mecânica aplicada	22%
Engate rápido e segurança de máquinas	17%
Fiscalização e políticas públicas	11%
Ergonomia e capacitação	11%
IA e detecção de falhas	6%

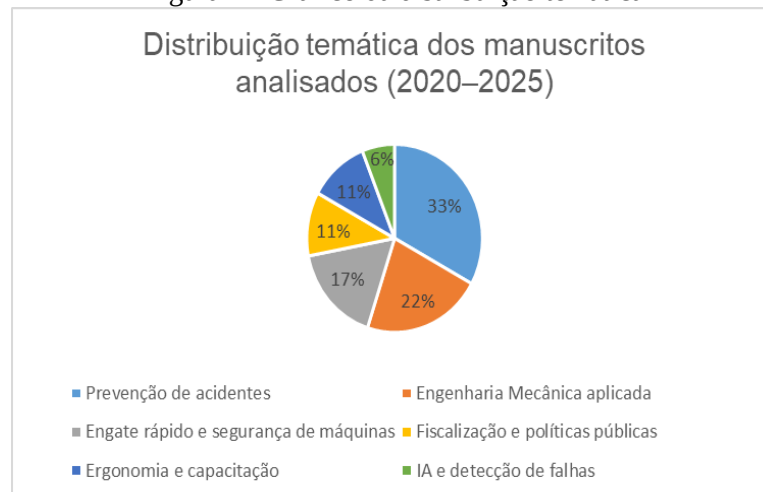
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Esse panorama indica que o campo científico apresenta forte predominância de estudos voltados à prevenção de acidentes, evidenciando uma tendência de atuação mais reativa, centrada na mitigação de riscos já existentes. Por outro lado, observa-se que os estudos relacionados à Engenharia Mecânica aplicada e aos sistemas de engate rápido apontam para uma abordagem mais preventiva e estrutural, ao incorporarem soluções técnicas no desenvolvimento e na adaptação de máquinas agrícolas.

A menor incidência de pesquisas envolvendo inteligência artificial, embora ainda incipiente, revela um campo em expansão, com potencial significativo para a transformação das práticas de manutenção e segurança, especialmente por meio de diagnósticos preditivos e análise de vibração em equipamentos agrícolas (SILVA *et al.*, 2021).

A Figura 1 apresenta a distribuição temática dos manuscritos analisados entre os anos de 2020 e 2025, evidenciando a predominância dos estudos voltados à prevenção de acidentes, seguida pela aplicação da Engenharia Mecânica e pelos sistemas de segurança em máquinas agrícolas.

Figura 1 - Gráfico da distribuição temática



Fonte: elaborado pela autora (2025).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa evidenciam que a aplicação da Norma Regulamentadora nº 31 (NR 31) permanece como elemento essencial para a promoção da segurança e da saúde no trabalho rural, especialmente em atividades que envolvem máquinas agrícolas e sistemas de acoplamento (BRASIL, 2024). A análise dos nove manuscritos selecionados permitiu identificar que a literatura recente reforça a importância da prevenção de acidentes como eixo estruturante das ações normativas e das práticas operacionais no campo (ZIMMERMANN *et al.*, 2020).

Observou-se que temas como sistemas de engate rápido, ergonomia, formação profissional, responsabilidade técnica e manutenção preventiva constituem pontos críticos para a redução de riscos mecânicos, demonstrando que a Engenharia Mecânica desempenha papel decisivo na consolidação de ambientes de trabalho mais seguros (SILVA *et al.*, 2021). O estudo também evidenciou o crescimento de pesquisas voltadas ao uso de tecnologias emergentes, incluindo a inteligência artificial aplicada à detecção de falhas mecânicas, indicando novas possibilidades de monitoramento preditivo e otimização da segurança operacional.

Os dados analisados confirmam que, embora avanços tenham sido alcançados, persistem desafios relevantes, especialmente no que se refere à fiscalização, à modernização de equipamentos e à formação continuada dos trabalhadores, aspectos também apontados na literatura recente (SILVA, 2022). Nesse sentido, a efetividade da NR 31 depende não apenas da existência da norma, mas da articulação entre desenvolvimento tecnológico, práticas de manutenção, cultura de segurança e responsabilidade técnica.

Por fim, conclui-se que a integração entre a Engenharia Mecânica e a NR 31 constitui caminho indispensável para ampliar a prevenção de acidentes, qualificar as operações com

máquinas agrícolas e promover condições de trabalho mais dignas e seguras no meio rural. Recomenda-se que estudos futuros aprofundem a investigação sobre o uso de tecnologias digitais, especialmente a inteligência artificial na identificação de falhas, na gestão da manutenção e na redução de acidentes em operações mecanizadas.

REFERÊNCIAS

BASEGGIO, A. R.; BASEGGIO, F. R. O trabalho rural e a Norma Reguladora nº 31: impactos da Portaria 22.677/2020. **Revista Insted de Direito**, v. 1, n. 1, 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 31: segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura**. Atualizada em 2024.

CARVALHO E SILVA, M. A. R. A. A ausência de diálogo entre as alterações da NR 31 e as decisões do judiciário trabalhista sobre segurança e saúde no trabalho na agricultura. **Revista da Faculdade de Direito da USP**, v. 117, p. 467–491, 2022.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

REZENDE, M. L. L. **Concepção de alinhador e engate rápido para barra de tração do trator**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2025.

SILVA, Douglas Santos. **A aplicabilidade da Norma Regulamentadora NR-31 em relação aos perigos e riscos identificados nas atividades de plantio, cultivo e colheita de cana-de-açúcar**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Segurança no Trabalho) – Instituto Federal da Paraíba, Patos, 2022.

SILVA, Eric Valero Carvalho da; LOPES, Filipe Pereira; SIQUEIRA, Jair Antonio Cruz; TOKURA, Luciene Kazue. Work safety applied in the rural environment: a review. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, e91101220179, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20179>

SILVA, M. D. R. A ausência de proteção jurídica ao trabalhador do campo. **Revista LTr**, v. 86, n. 3, p. 353–373, 2022.

ZIMMERMANN, G. G. et al. **Quantitativos de acidentes ao não atendimento à NR 31 com tratores agrícolas no Alto Vale do Itajaí**. Instituto Federal Catarinense, 2020.