



MELHORIAS NA MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS APLICADA AO SETOR DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Improvements in the environmental aspects and impacts matrix for the agricultural machinery sector
Mejoras en la matriz de aspectos e impactos ambientales aplicada al sector de máquinas agrícolas

Paulo Renato Maceira Merola Ponte ¹, Nilson José Fernandes ^{2*}, Fernando de Araújo ³, &
Lucas de Souza Cardoso ⁴

^{1 2 3 4} Faculdade de Engenharia - Universidade Federal de Catalão

¹ merola_paulo@discente.ufcat.edu.br ^{2*} nilsonfernandes@ufcat.edu.br ³ faraujo@ufcat.edu.br ⁴ lucas.cardoso@ufcat.edu.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 31.10.2025

Disponibilizado: 03.07.2026

PALAVRAS-CHAVE: Meio ambiente; ISO 14001; aspectos e impactos ambientais.

KEYWORDS: Environment; ISO 14001; environmental aspects and impacts.

PALABRAS CLAVE: Medio ambiente; ISO 14001; aspectos e impactos ambientales.

*Autor Correspondente: Fernandes, N. J.

RESUMO

O artigo trata da aplicação da Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais na gestão de riscos ambientais em uma indústria de máquinas agrícolas. O estudo tem como objetivo principal contribuir para a manutenção da certificação ISO 14001 e reduzir os impactos ambientais das atividades produtivas. A pesquisa adota uma abordagem quantitativa e exploratória, utilizando a análise dos processos para identificar e quantificar impactos ambientais. Para isso, foi implementada uma proposta de melhoria na Matriz, estruturada em quatro etapas: identificação, caracterização, avaliação de significância e definição de ações de controle. Como melhoria contínua, desenvolveu-se um sistema interativo no Microsoft Power BI® para facilitar a visualização e o gerenciamento dos riscos ambientais. Os resultados apontam uma redução de 49,4% nos impactos ambientais significativos, um aumento de 69,5% no número de projetos ambientais implementados e um aumento de 269,5% na redução de atividades que não agregam valor (NVA), refletindo maior eficiência produtiva. Além disso, verificou-se uma redução de custos operacionais da ordem de 389,8%, em comparação ao período anterior. No campo qualitativo, observou-se maior engajamento dos colaboradores na adoção de práticas sustentáveis, fortalecendo a cultura organizacional voltada à sustentabilidade.

ABSTRACT

The article addresses the application of the Environmental Aspects and Impacts Matrix in the management of environmental risks in an agricultural machinery industry. The main objective of the study is to support the maintenance of ISO 14001 certification and to reduce the environmental impacts of production activities. The research adopts a quantitative and exploratory approach,

using process analysis to identify and quantify environmental impacts. To this end, an improvement proposal for the Matrix was implemented, structured into four stages: identification, characterization, significance assessment, and definition of control actions. As part of continuous improvement, an interactive system was developed in Microsoft Power BI® to facilitate the visualization and management of environmental risks. The results indicate a 49.4% reduction in significant environmental impacts, a 69.5% increase in the number of environmental projects implemented, and a 269.5% increase in the reduction of non-value-added (NVA) activities, reflecting greater production efficiency. Additionally, operational costs were reduced by 389.8% compared with the previous period. In the qualitative dimension, greater employee engagement in adopting sustainable practices was observed, strengthening the organizational culture focused on sustainability.

RESUMEN

El artículo aborda la aplicación de la Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales en la gestión de riesgos ambientales en una industria de máquinas agrícolas. El objetivo principal del estudio es contribuir al mantenimiento de la certificación ISO 14001 y reducir los impactos ambientales de las actividades productivas. La investigación adopta un enfoque cuantitativo y exploratorio, utilizando el análisis de procesos para identificar y cuantificar los impactos ambientales. Para ello, se implementó una propuesta de mejora en la Matriz, estructurada en cuatro etapas: identificación, caracterización, evaluación de significancia y definición de acciones de control. Como parte de la mejora continua, se desarrolló un sistema interactivo en Microsoft Power BI® para facilitar la visualización y la gestión de los riesgos ambientales. Los resultados señalan una reducción del 49,4% en los impactos ambientales significativos, un aumento del 69,5% en el número de proyectos ambientales implementados y un incremento del 269,5% en la reducción de actividades que no agregan valor (NVA), lo que refleja una mayor eficiencia productiva. Además, se verificó una reducción de los costos operativos del orden del 389,8% en comparación con el período anterior. En el ámbito cualitativo, se observó un mayor compromiso de los colaboradores en la adopción de prácticas sostenibles, fortaleciendo la cultura organizacional orientada a la sostenibilidad.

INTRODUÇÃO

As indústrias têm intensificado seus esforços para reduzir os impactos ambientais de suas operações. Nesse contexto, ganha destaque a adoção de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), que em uma abordagem mais estratégica se alinham ao conceito de *Environmental*,

Social and Governance (ESG). Essa prática considera fatores ambientais, sociais e de governança para mensurar o desempenho sustentável das empresas.

A primeira iniciativa estruturada de monitoramento dos impactos ambientais ocorreu na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, em Estocolmo, em junho de 1972, quando foram criadas ferramentas para ampliar o controle e fomentar práticas mais sustentáveis na gestão organizacional. No Brasil, esse movimento se consolidou com a promulgação da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, instituindo a Política Nacional do Meio Ambiente e o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), instituindo diretrizes para o uso racional dos recursos naturais. Alinhadas às conferências internacionais sobre meio ambiente, essas políticas reforçam a necessidade de as indústrias adotarem medidas de redução de seus impactos ambientais, promovendo uma gestão ambiental mais eficaz.

Uma metodologia amplamente utilizada em estudos de impacto ambiental é a matriz de Leopold (Leopold et al., 1971), cuja principal característica é a adaptabilidade a diferentes setores, o que deu origem a diversas outras matrizes de avaliação ambiental (Stamm, 2003). Em 1996, diante da necessidade de padronização, foi publicada a primeira versão da ISO 14.001, com o objetivo de auxiliar as organizações na definição de políticas e metas ambientais, no gerenciamento de aspectos significativos, na implementação de controles e na definição de objetivos claros para melhorar continuamente o desempenho ambiental.

No contexto do agronegócio brasileiro, a mecanização tem se mostrado um fator decisivo para o aumento da eficiência produtiva. De acordo com pesquisa da *Mordor Intelligence* (2023), o setor de máquinas agrícolas comercializou cerca de 60.981 unidades em 2023, movimentando aproximadamente US\$ 7,10 bilhões, com projeção de crescimento médio anual de 4,6 % até 2028. Esse avanço é impulsionado pela expansão da agricultura de precisão e pela busca por maior produtividade sustentável. Esses números revelam, ao mesmo tempo, a relevância econômica do setor e a urgência em mitigar os impactos ambientais decorrentes da fabricação e do uso intensivo de maquinários agrícolas.

Diante desse cenário, surge o desafio de implementar ferramentas que aprimorem o gerenciamento dos aspectos e impactos ambientais em uma indústria montadora de máquinas agrícolas. Com esse objetivo, buscou-se fortalecer o envolvimento das equipes no processo de certificação ISO 14.001:2015 e incentivar o engajamento dos colaboradores em relação aos impactos ambientais. Para isso, foi implantada uma melhoria contínua no sistema de monitoramento e divulgação da Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais da empresa, assegurando ampla disseminação dos indicadores e uma tratativa integral dos riscos ambientais. O resultado foi o maior engajamento das equipes na solução de problemas e a conquista de ganhos significativos em termos de desempenho ambiental.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Gerenciamento de Riscos Ambientais

Consolidou-se como uma prática essencial na indústria contemporânea, tendo em vista a crescente necessidade de mitigar os impactos adversos decorrentes das atividades produtivas sobre o meio ambiente. Assim, a adoção de metodologias sistemáticas para a identificação, avaliação e controle de riscos ambientais constitui elemento fundamental para assegurar a sustentabilidade organizacional e a conformidade com legislações vigentes. Conforme destacam Tripathi e Bhandari (2014), o gerenciamento de riscos ambientais não

apenas contribui para a redução de passivos ambientais, mas também fortalece a competitividade empresarial ao integrar práticas de prevenção e mitigação ao planejamento estratégico das organizações.

Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais

Configura-se como uma ferramenta metodológica amplamente utilizada para a análise e avaliação dos impactos decorrentes das atividades industriais. Essa metodologia permite identificar, classificar e quantificar aspectos ambientais significativos, oferecendo suporte estruturado à tomada de decisão em Sistemas de Gestão Ambiental (Stamm, 2003).

O método pioneiro proposto por Leopold et al. (1971) destaca-se por sua abordagem matricial, que sistematiza a relação entre atividades e impactos ambientais, possibilitando análises comparativas e priorização de ações de mitigação. Sua adaptabilidade a distintos setores industriais resultou no desenvolvimento de diversas matrizes derivadas, adequadas a diferentes contextos e demandas (Stamm, 2003). Assim, a matriz de Leopold permanece como referência metodológica fundamental para estudos de impacto ambiental e gestão sustentável.

ISO 14001 e a Gestão Ambiental

Estabelecem diretrizes internacionalmente reconhecidas para a implementação de Sistemas de Gestão Ambiental eficazes, oferecendo uma estrutura organizacional voltada à melhoria contínua do desempenho ambiental das empresas. Sua adoção possibilita a redução da pegada ecológica, a minimização de desperdícios e a promoção da conformidade legal em relação às legislações ambientais (Diniz, 2009).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), a ISO 14.001 fundamenta-se na abordagem do ciclo *PDCA* (*Plan-Do-Check-Act*), que orienta as organizações na identificação, controle e redução dos impactos ambientais gerados por suas atividades. Essa lógica assegura não apenas o cumprimento de requisitos legais, mas também a estruturação de processos voltados ao desempenho ambiental de longo prazo.

Estudos, como os de Silva e Amorim (2019), demonstram que a integração da ISO 14.001 com outras normas de gestão, como a ISO 9.001 (qualidade) e a ISO 45.001 (saúde e segurança ocupacional), possibilita redução de custos, aumento da eficiência operacional e alinhamento com objetivos estratégicos. Essa integração favorece a criação de uma abordagem sistêmica, reduzindo a burocracia e promovendo a sinergia entre diferentes áreas da gestão organizacional.

Campos et al. (2006), ao analisarem empresas brasileiras certificadas na ISO 14.001, observaram melhorias substanciais no uso racional de matérias-primas, na redução de desperdícios e na gestão de resíduos. Os resultados indicam que, além de garantir conformidade legal, a certificação representa um diferencial competitivo ao promover eficiência produtiva e fortalecer as relações com *stakeholders*. Igualmente, Belessi et al. (2005) ressaltam que, além dos benefícios internos, a certificação ISO 14.001 pode gerar impactos externos significativos, como o fortalecimento da imagem institucional e aumento da competitividade no mercado internacional, sobretudo em setores dependentes de exportação e sujeitos a exigências ambientais rigorosas. Assim, a ISO 14.001 é uma ferramenta estratégica para a gestão empresarial sustentável. Sua implementação transcende a dimensão ambiental, resultando em benefícios econômicos, institucionais e sociais, consolidando-se como um diferencial competitivo no mercado globalizado.

Sistemas de Gestão Ambiental (SGAs)

Constituem estruturas organizacionais destinadas a gerenciar e mitigar os impactos ambientais decorrentes das atividades produtivas. De acordo com a ABNT (1996), um SGA eficaz deve contemplar políticas ambientais bem definidas, objetivos e metas mensuráveis, além de mecanismos de monitoramento, auditoria e revisão que assegurem a melhoria contínua.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2006), um SGA eficiente deve fundamentar-se nos princípios da prevenção, monitoramento e mitigação dos impactos ambientais, garantindo a conformidade legal e promovendo a sustentabilidade empresarial. No contexto de setores produtivos de alta relevância, como a indústria metalúrgica aplicada ao agronegócio, a adoção de SGAs contribui para a redução significativa dos impactos ambientais, a racionalização do uso de recursos naturais e a melhoria da ecoeficiência. Assim, não se limitam a atender exigências normativas, mas assumem papel estratégico na consolidação de práticas corporativas alinhadas ao desenvolvimento sustentável, representando um diferencial competitivo no cenário industrial contemporâneo.

Melhoria Contínua

O conceito ocupa posição central na literatura acadêmica e prática empresarial, sendo considerado um pilar essencial para a gestão da qualidade, produtividade e sustentabilidade. Trata-se de um processo incremental e sistemático que visa aprimorar continuamente processos, produtos e serviços, elevando a eficiência organizacional e reduzindo impactos socioambientais negativos.

Bhuiyan, Baghel e Wilson (2006) ressaltam que a melhoria contínua se fundamenta em metodologias estruturadas, como o ciclo *PDCA* e o *Lean Manufacturing*, destacando a importância da cultura organizacional e do engajamento dos colaboradores como fatores críticos de sucesso. Quando aplicada ao contexto ambiental, essa abordagem favorece a redução de desperdícios, a minimização de emissões poluentes e a otimização do uso de recursos naturais, ampliando a conformidade com normas ambientais, como a ISO 14.001, e reforçando o compromisso com a sustentabilidade.

Shiba, Graham e Walden (1997) complementam essa discussão ao relacionar a melhoria contínua ao conceito de *Total Quality Management (TQM)*. Os autores identificam quatro revoluções na gestão da qualidade, sendo a última a consolidação da melhoria contínua por meio da gestão participativa. Nesse sentido, defendem que a melhoria contínua deve constituir um esforço coletivo, envolvendo todos os níveis organizacionais. No âmbito da gestão ambiental, essa participação ampla traduz-se em processos industriais mais limpos, redução da pegada de carbono e implementação de práticas de economia circular, como a reutilização e reciclagem de materiais no ciclo produtivo.

No setor industrial, a aplicação da melhoria contínua adquire relevância ainda maior quando direcionada às questões ambientais, uma vez que contribui para a redução de custos operacionais relacionados a desperdícios, assegura conformidade regulatória e fortalece a responsabilidade socioambiental das organizações. Dessa forma, a melhoria contínua configura-se como elemento indispensável para o avanço em direção a modelos de desenvolvimento mais sustentáveis e competitivos.

METODOLOGIA

Este artigo adota uma abordagem quantitativa e exploratória, fundamentada na análise dos processos produtivos de uma indústria de máquinas agrícolas. A metodologia empregada contemplou a coleta e o tratamento de dados por meio de visitas in loco, nas quais foram observados o consumo de água, a geração de resíduos e as emissões provenientes das atividades fabris. Além disso, foram realizadas reuniões divididas equitativamente entre gestores e operadores da planta, cujo roteiro abordou a percepção dos entrevistados acerca dos riscos ambientais, da eficácia dos controles vigentes e das sugestões de melhorias.

Na sequência, procedeu-se ao mapeamento detalhado de todos os processos produtivos da indústria, com o objetivo de identificar as atividades potencialmente associadas a impactos ambientais. Ao todo, foram analisadas 14 áreas distintas: Administrativo, Ambulatório, Central de Resíduos, Embarque, Estação de Tratamento de Efluentes, Logística, Manutenção, Montagem, Pesquisa e Desenvolvimento, Pintura, Primários, Qualidade, Soldagem e Tecnologia da Informação (TI).

Com base nos dados levantados, foi desenvolvida uma Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais em uma planilha eletrônica, estruturada em quatro etapas principais:

- Identificação: catalogação das áreas produtivas, processos correspondentes, atividades executadas, aspectos ambientais envolvidos, observações pertinentes e impactos ambientais potenciais;
- Caracterização: análise detalhada do estágio do ciclo de vida de cada impacto identificado, considerando sua temporalidade, incidência, situação operacional, existência de partes interessadas e requisitos legais aplicáveis;
- Avaliação de Significância: atribuição de métricas de abrangência, severidade e probabilidade, possibilitando a determinação da relevância de cada impacto e a priorização de ações mitigadoras. Nessa etapa, consideraram-se significativos os aspectos que atingissem a pontuação de 225 (Eq. (1)) ou aqueles relacionados a partes interessadas, com potencial de causar danos à saúde humana, gerar custos consideráveis à organização ou não passíveis de controle;
- Ações de Controle: análise dos controles ambientais já implementados e detalhamento das ações corretivas e preventivas voltadas à mitigação dos impactos significativos, bem como dos riscos residuais (Eq. (2)) obtidos após a avaliação de cada aspecto e impacto identificado.

A avaliação de significância (AS) foi calculada por meio da Eq. (1), considerando os seguintes critérios:

- Abrangência: “Baixa” (1), quando restrita à área/local de trabalho; “Média” (3), quando se estende a outras áreas da empresa, mas não extrapola seus limites; “Alta” (5), quando afeta também a vizinhança;
- Severidade: “Inofensiva” (0), quando gera impactos benéficos; “Branda” (1), baixo potencial de impacto ambiental e consumo moderado de recursos; “Moderada” (3), impacto significativo, porém reversível, associado a consumo excessivo de recursos; e “Séria” (9), quando há danos severos, esgotamento de recursos naturais, risco de extinção de espécies ou prejuízos relevantes à organização;
- Probabilidade/Frequência: “Raramente” (1), ocorrências trimestrais ou superiores; “Regular” (3), aproximadamente mensais; e “Contínua/Frequente” (5), semanais ou mais recorrentes. Situações emergenciais seguiram critérios específicos: “risco iminente ou já ocorrido” (5) e “risco provável” (3);
- Ações de Controle: “Efetivo” (5), com manutenção preventiva, monitoramento definido, sistemática documentada e controles físicos; “Implantado” (3), com manutenção preventiva, monitoramento e documentação parcial; ou “Informal” (1), restrito à manutenção corretiva, sem controles sistemáticos ou monitoramento definido.

$$AS = Abrangência \times Severidade \times Probabilidade \quad (1)$$

O risco residual (RR) foi calculado pela Eq. (2), resultante da razão entre a avaliação de significância e a pontuação atribuída às ações de controle:

$$RR = \frac{Abrangência \times Severidade \times Probabilidade}{Ações de Controle} \quad (2)$$

Para sistematizar e organizar as informações, criou-se a tabela nas planilhas (Tabelas 1).

Tabela 1. Sistematização do material coletado

Tabela 1: Sistematização do Material Coletado						
Identificação						
Área	Processo	Atividade	Aspecto		Observação	Impacto
Caracterização						
Estágio de ciclo de vida	Impacto é benéfico?	Temporalidade	Incidência	Situação	Partes Interessadas	Requisito Legal
Avaliação de Significância						
Abrangência	Severidade	Frequência / Probabilidade			Significância	É significativo?
Ações de Controle						
Ações de Controle	Detalhamento das ações de controle				Risco Residual	

Fonte: Autores.

Adicionalmente, foram empregados os conceitos de *Risk Priority Number (RPN)* e *Non Value Added Activities (NVA)*. O *RPN* representa a intensidade dos aspectos e impactos ambientais significativos, ou seja, é o resultado da multiplicação entre Severidade, Ocorrência e Detecção, conforme apresentado Eq. (3). O *NVA* representa o conjunto de atividades que não agregam valor ao produto ou serviço, tais como retrabalhos, esperas e movimentações.

$$RPN = Severidade \times Ocorrência \times Detecção \quad (3)$$

Quanto maior o valor do *RPN*, maior a prioridade de ação corretiva. Já a redução das atividades *NVA* mostra-se como um indicador essencial para se minimizar desperdícios. Como proposta de melhoria, a Matriz inicialmente desenvolvida no Excel® foi integrada a uma interface interativa no *Microsoft Power BI®*, permitindo que operadores e gestores acessassem dinamicamente todas as informações levantadas. A ferramenta destacou não apenas os riscos significativos, mas também o conjunto de riscos mapeados, promovendo maior transparência e incentivando a proposição de ações corretivas e de projetos voltados à melhoria contínua e à sustentabilidade.

O desenvolvimento deste trabalho ocorreu entre fevereiro e junho de 2024, período destinado ao levantamento de dados e diagnóstico da situação inicial, culminando na implementação das propostas de melhoria. A partir de julho de 2024, iniciou-se a fase de monitoramento e análise dos resultados, que se estendeu até julho de 2025, abrangendo um ciclo completo. Esse intervalo permitiu avaliar os efeitos das ações implementadas e mensurar a eficácia das estratégias adotadas ao longo do processo.

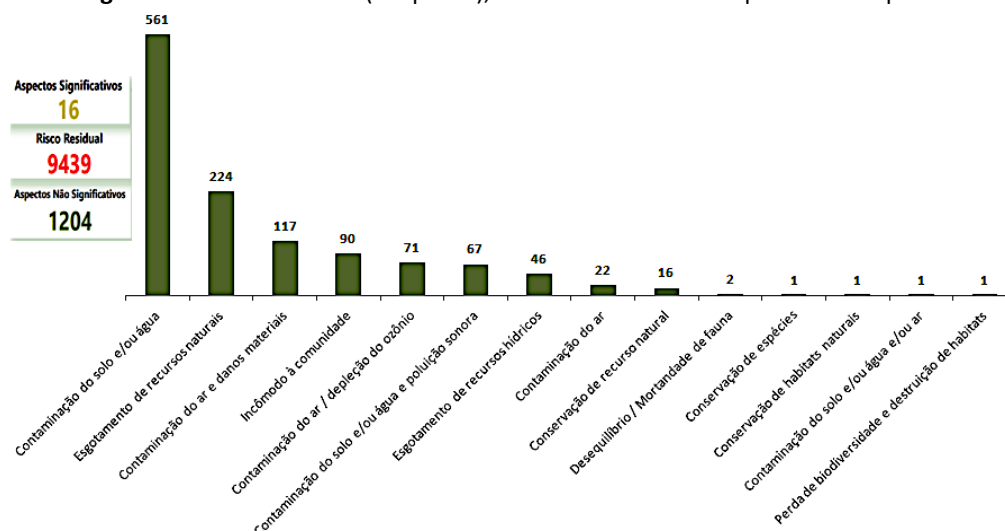
RESULTADOS

A ampliação da tratativa e da divulgação da Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais na gestão de riscos ambientais da indústria de máquinas agrícolas resultou em avanços expressivos no desempenho ambiental da organização. O maior envolvimento das equipes possibilitou o aprimoramento dos processos de identificação, quantificação e mitigação dos impactos ambientais, permitindo um gerenciamento mais robusto das atividades e alinhando a empresa às melhores práticas de sustentabilidade.

O engajamento institucional alcançado por meio da gestão integrada e da ampla divulgação da Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais contribuiu de forma decisiva para a manutenção da certificação ISO 14001:2015. Essa prática assegurou a conformidade contínua da organização com os requisitos normativos e fortaleceu sua aderência a padrões ambientais de reconhecimento internacional. A atualização (Tabela 1) e o aperfeiçoamento da matriz promoveram avanços significativos nos indicadores de desempenho ambiental da empresa, com destaque para a redução do consumo de água, a diminuição da geração de resíduos e a mitigação das emissões atmosféricas (dados estratificados nos registros internos da empresa onde foi conduzido o estudo).

A tomada de decisão dentro da organização tornou-se mais eficiente, uma vez que a análise estruturada dos aspectos ambientais permitiu priorizar ações corretivas e preventivas, otimizando a gestão de riscos. Dessa forma, a empresa pôde adotar medidas estratégicas voltadas à redução de desperdícios e à otimização dos processos produtivos, promovendo melhorias contínuas e sustentáveis. Assim, os impactos mais recorrentes nas operações fabris permitiram que os colaboradores, em conjunto com seus líderes de departamento, atuassem no gerenciamento desses fatores de forma integral (Figura 1).

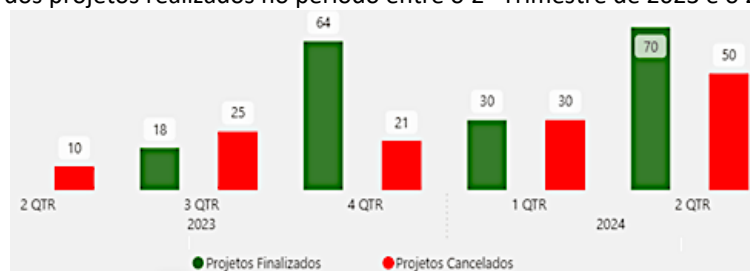
Figura 1. Visual interativo (adaptado), Microsoft Power BI. Aspectos vs. Impactos



Fonte: Autores.

Conforme os objetivos do presente trabalho, a melhoria promovida pela utilização da Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais em uma interface interativa no Microsoft Power BI® proporcionou a operadores e gestores acesso dinâmico às informações ambientais. Essa abordagem estimulou uma cultura organizacional voltada para a sustentabilidade e intensificou a participação dos funcionários na implementação de soluções ambientais eficazes.

A seguir demonstra-se o aumento no número de projetos concluídos relacionados à melhoria da gestão ambiental da empresa. Importante mencionar que as figuras reproduzem fielmente as versões internas disponibilizadas aos colaboradores, contendo, por esse motivo, informações não essenciais aos propósitos deste trabalho, como a categoria “Projetos Cancelados” (motivos: estratégicos, financeiros, técnicos, operacionais, externos e outros). Por exemplo, a Figura 2 apresenta o número de projetos ambientais realizados entre o 2º trimestre de 2023 e o 2º trimestre de 2024 (antes da implementação da melhoria), período no qual foram registrados 318 projetos, dos quais 182 foram concluídos.

Figura 2. Evolução dos projetos realizados no período entre o 2º Trimestre de 2023 e o 2º Trimestre de 2024

Fonte: Autores.

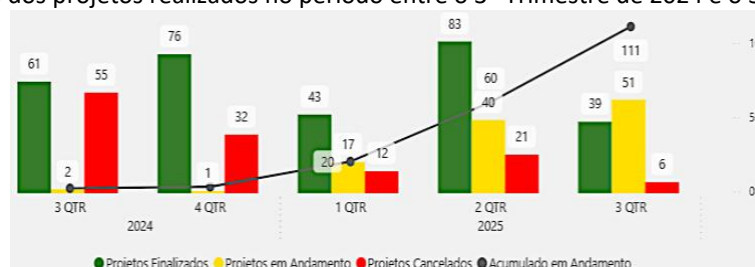
Já a Figura 3 demonstra que, no período, houve uma redução de custos de aproximadamente R\$ 133,31 mil em comparação ao ano anterior. Foi observado 1.768 aspectos e impactos ambientais significativos, ou seja, pontos de *Risk Priority Number (RPN)*. Além disso, registrou-se uma redução de 2.153 atividades que não agregavam valor (*Non Value Added Activities - NVA*). Outros benefícios, relacionados à qualidade e à segurança, também foram identificados, configurando oportunidades para estudos futuros.

Figura 3. Resultados realizados no período entre o 2º Trimestre de 2023 e o 2º Trimestre de 2024

PROJ. CONCLUÍDOS	RED. DE CUSTOS	RPN SEGURANÇA
182	R\$ 133.31 Mil	152
RPN QUALIDADE	RPN M. AMBIENTE	REDUÇÃO NVA
2142	1768.0	2153

Fonte: Autores.

Após a aplicação da Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais, observou-se um aumento significativo nas iniciativas dos colaboradores (Figura 4). No período compreendido entre o 3º trimestre de 2024 e o 3º trimestre de 2025 (após implementação da melhoria), foram registrados 539 projetos, dos quais 302 foram concluídos e 111 permaneciam em andamento.

Figura 4. Evolução dos projetos realizados no período entre o 3º Trimestre de 2024 e o 3º Trimestre de 2025

Fonte: Autores.

Neste período, a Figura 5 evidencia uma redução de custos da ordem de R\$ 652,95 mil, em comparação com o ano anterior, bem como a observação de 894 pontos no *RPN* (aspectos e impactos ambientais significativos) de Meio Ambiente e a redução de 7.955 unidades de atividades *NVA* (atividades que não agregam valor).

Figura 5. Resultados realizados no período entre o 3º Trimestre de 2024 e o 3º Trimestre de 2025

PROJ. CONCLUÍDOS	RED. DE CUSTOS	RPN SEGURANÇA
302	R\$ 652.95 Mil	864
RPN QUALIDADE	RPN M. AMBIENTE	REDUÇÃO NVA
3652	894.0	7955

Fonte: Autores.

A Tabela 2 a seguir apresenta a comparação consolidada entre os dois períodos analisados, destacando a evolução dos projetos ambientais, a redução de custos, os resultados relacionados ao *Risk Priority Number (RPN)* e a quantidade de redução de atividades que não agregam valor (*NVA*).

Tabela 2. Comparação dos indicadores ambientais e operacionais entre os períodos analisados

Período	Projetos Ambientais	Redução de Custos (kR\$)	RPN Meio Ambiente	Redução de NVA
2º Tr./23 à 2º Tr./24	318	133,31	1768	2153
3º Tr./24 à 3º Tr./25	539	652,95	894	7955
Ganho absoluto	221	519,64	874	5802
Ganho relativo	69,5%	389,8%	49,4%	269,5%

Fonte: Autores.

A comparação entre os períodos analisados revela um aumento de aproximadamente 69,5% no número de projetos voltados à área ambiental, evidenciando a efetividade da abordagem adotada em promover o engajamento dos colaboradores e estimular a busca por soluções sustentáveis no setor industrial. Além disto, a melhoria na tratativa e divulgação da Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais contribuiu de forma expressiva para a redução dos custos operacionais (389,8%), para a diminuição dos impactos ambientais significativos - *RPN* (49,4%) e redução de atividades que não agregam valor - *NVA* (269,5%). A redução das atividades *NVA* favorece economias significativas de recursos e otimização dos processos produtivos, o que contribuíram para os ganhos de eficiência econômica e ambiental observados.

CONCLUSÃO

A aplicação da melhoria na Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais na indústria de máquinas agrícolas demonstrou-se altamente eficaz no gerenciamento de riscos ambientais. Por meio da análise estruturada dos processos produtivos, foi possível identificar, quantificar e mitigar impactos ambientais, assegurando maior controle operacional e alinhamento com os requisitos da norma ISO 14.001:2015.

Os resultados alcançados evidenciam a relevância da metodologia: verificou-se uma redução de 49,4% nos impactos ambientais significativos (*RPN*) e um aumento de 69,8% na quantidade de projetos ambientais implementados entre os períodos analisados. A integração da matriz ao *Microsoft Power BI*® mostrou-se decisiva para ampliar o engajamento dos colaboradores, fornecendo uma interface interativa que facilitou o acesso às informações, intensificou a participação nas ações ambientais e consolidou uma cultura organizacional voltada à sustentabilidade.

Sob a perspectiva econômica, os ganhos também foram expressivos, com redução de 389,8% nos custos operacionais e aumento de 269,5% nas reduções de atividades que não agregam valor (*NVA*). Esses resultados demonstram que a gestão ambiental eficiente não apenas contribui para a mitigação dos impactos ambientais, mas também gera benefícios financeiros e operacionais relevantes. Assim, a experiência analisada comprova que a aplicação estruturada de metodologias de avaliação ambiental, aliada ao uso estratégico de dados, constitui um instrumento fundamental para tornar a indústria mais responsável, eficiente e preparada para enfrentar os atuais desafios socioambientais.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Considerando os resultados obtidos e as oportunidades identificadas ao longo desta pesquisa, recomenda-se que trabalhos futuros aprofundem a integração da Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais com abordagens complementares baseadas em tecnologias avançadas. Uma linha promissora consiste no uso de ferramentas de Inteligência Artificial e algoritmos preditivos, capazes de antecipar riscos ambientais a partir da análise de dados históricos e variáveis externas, como condições climáticas, demanda produtiva e indicadores de mercado.

Sugere-se, adicionalmente, a adoção de tecnologias de sensoriamento remoto e de Internet das Coisas (IoT), possibilitando a coleta de dados em tempo real, a atualização dinâmica dos indicadores ambientais e a geração automática de alertas de risco, ampliando a capacidade de resposta das organizações.

No âmbito da cadeia de suprimentos, recomenda-se expandir a aplicação da matriz para fornecedores e parceiros estratégicos, fortalecendo a gestão ambiental integrada e promovendo a redução de riscos ao longo de toda a cadeia produtiva. Ademais, estudos longitudinais se apresentam como fundamentais para avaliar a sustentabilidade dos resultados alcançados, permitindo acompanhar a evolução dos indicadores ambientais, econômicos e sociais ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004). NBR ISO 14001: Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1996). Sistemas de gestão ambiental: especificações e diretrizes para uso: NBR ISO 14001. São Paulo: ABNT.
- Belessi, F., Leher, D., & Tal, A. (2005). Comparative advantage: the impact of ISO 14001 environmental certification on exports. *Environmental Science & Technology*, 39(7), 1943-1953. <https://doi.org/10.1021/es0497983>
- Bhuiyan, N., Baghel, A., & Wilson, J. (2006). A sustainable continuous improvement methodology at an aerospace company. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 55(8), 671-687. <https://doi.org/10.1108/17410400610710206>
- Campos, L. M. S., Melo, D. A., Silva, M. C., & Ferreira, E. (2006). Os sistemas de gestão ambiental: empresas brasileiras certificadas pela norma ISO 14001. In XXVI ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza.
- Diniz, R. V. W. (2009). Contribuição da ISO 14001 para a construção de um novo paradigma nas empresas: Estudo de caso em uma empresa certificada da Paraíba (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB.
- Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact* (Circular 645). U.S. Geological Survey. Washington, DC: Geological Survey.
- Ministério do Meio Ambiente. (2006). Procedimentos para a elaboração de Plano de Gestão Ambiental Rural – PGAR, no âmbito GESTAR. Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento. Brasília: MMA.
- Mordor Intelligence. (2023). Tamanho do mercado de máquinas agrícolas e análise de participação: tendências e previsões de crescimento (2024-2029). Recuperado de <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/agricultural-machinery-market>
- Shiba, S., Graham, A., & Walden, D. (1997). TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Silva, A. & Amorim, C. (2019). Os benefícios e desafios da implantação de um sistema de gestão integrado da qualidade, meio ambiente e segurança do trabalho com base nas normas ISO 9001, 14001 e 45001. In VII ENSUS - Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/244709>
- Stamm, H. G. (2003). *Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte: Estudo de caso de uma usina termelétrica* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- Tripathi, V. & Bhandari, V. (2014). Socially responsible investing: an emerging concept in investment management. *FIIB Business Review*, 3(4), 16-30. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/2455265820140402#tab-contributors>