



Aplicação das ferramentas FMEA e Produção Mais Limpa no levantamento dos impactos ambientais e gerenciamento de resíduos nas diversas áreas: Uma revisão sistemática.

Elinílcia Ribeiro de Almeida¹, Raimundo Kennedy Vieira²

Resumo

O presente artigo buscou analisar a produção científica acerca da aplicação das ferramentas FMEA e Produção Mais Limpa no levantamento dos aspectos e impactos ambientais e gerenciamento de resíduos nas diversas áreas de produção publicadas entre 2015 a 2021, nas bases Scielo, CAPES, Google Scholar, Aprepro e Web of Science a partir dos descritores: FMEA, Produção Mais Limpa, Impactos ambientais e gerenciamento de resíduos em inglês e português com o uso do operador booleano AND. A mostra selecionada constituiu-se de 31 artigos para descrição do estado-da-arte sobre o tema proposto. Com a análise dos artigos somente um retratou o uso integrado das duas ferramentas no abatedouro de suínos, demonstrando a escassez de artigos com o uso integrado das ferramentas, porém as publicações relatam uma resposta positiva e satisfatória na aplicação dessas ferramentas FMEA ou P + L nas mais diversas áreas de produção, retratando os impactos dos empreendimentos e descrevendo a preocupação com o gerenciamento dos resíduos provenientes dessas atividades e com as ações recomendadas extingui-los ou minimiza-los atuando em conformidade com os parâmetros ambientais evitando assim sanções e punições referentes a poluição do meio ambiente e atendendo os objetivos das empresas que consiste em se manterem ativas, competitivas, dentro dos parâmetros ambientais, reduzindo seus custos e assim possibilitando melhorias em prol do todo, empresa, funcionários, clientes, sociedade e meio ambiente.

Palavras-Chaves: Crescimento econômico, Competitividade, Impactos, Meio Ambiente.

Application of the FMEA and Cleaner Production tools to survey environmental impacts waste management in diferente áreas: A Systematic Review. This article sought to analyze the scientific production on the application of the FMEA and Cleaner Production tools in the survey of environmental aspects and impacts and waste management in the various production areas published between 2015 and 2021, in the Scielo, CAPES, Google Scholar, Aprepro databases and Web of Science from the descriptors: FMEA, Cleaner Production, Environmental impacts and waste management in English and Portuguese using the Boolean AND operator. The selected exhibition consists of 31 articles to describe the state-of-the-art on the proposed theme. With the analysis of the articles, only one portrayed the integrated use of the two tools in the swine slaughterhouse, demonstrating the scarcity of articles with the integrated use of the tools, but the publications report a positive and satisfactory response in the application of these FMEA or P + L tools in the more diverse production areas, portraying the impacts of the projects and describing the concern with the management of waste from these activities and with the recommended actions to extinguish

¹ Discente de Pós-Graduação em Engenharia de Produção; FT/UFAM, Manaus, AM, relinilcia@gmail.com.

² Prof Depto de Engenharia Civil; FT/UFAM, Manaus, AM. kennedy71@gmail.com.



Engenharia

or minimize them, acting in accordance with environmental parameters, thus avoiding sanctions and punishments related to pollution of the environment and meeting the objectives of the companies which consist in remaining active, competitive, within the environmental parameters, reducing their costs and thus enabling improvements for the benefit of the whole, company, employees, customers, society and the environment.

Keywords: Economic growth, Competitiveness, Impacts, Environment.

1. **Introdução** O crescimento econômico gera impactos que podem afetar não só o meio ambiente mais as organizações, os trabalhadores e a sociedade em geral, assim Carneiro e Souza (2020) enfatizam que crescimento deve ser pensado, porém de forma economicamente e ambientalmente sustentável.

Diante deste cenário de preocupação com o meio ambiente e ao mesmo tempo com a competitividade e lucratividade, Cerezini, Amaral e Polli (2016) ressaltam que as organizações precisam adequar seus produtos e serviços de forma a atender os requisitos ambientais e econômicos para manter-se na ativa de maneira ambientalmente correta. Assim, de acordo com os mesmos autores as empresas precisam realizar mudanças no seu processo de produção de modo a alcançarem um menor custo de recursos naturais, diminuir ao máximo sua geração de resíduos e com isso reduzir o custo final da operação.

Diante desta perspectiva, é importante que a organização saiba identificar os aspectos e impactos ambientais decorrentes de suas atividades e trabalhem na prevenção ou correção delas, pois um dos temas ambientais mais preocupantes na atualidade segundo Delatorre et al., (2018) é a geração de resíduos provenientes das atividades produtivas dos mais diversos setores, ou seja, indústrias, universidades, hospitais, empresas de grande, médio e pequeno porte e etc. Corroborando com essa ideia Pacheco (2014), resalta que mesmo que as unidades poluidoras sejam de baixo impacto devido à pequena produção de

resíduos, esta produção é rotineira e pode ser diversificada e estes resíduos não podem ser negligenciados, sendo responsabilidade da unidade geradora a gestão dos mesmos.

Brand et al., (2013), destaca o uso de ferramentas de gestão de qualidade como FMEA e Produção Mais Limpa (P+L) que possibilitam o levantamento dos aspectos e impactos ambientais, ajudando as empresas a conhecerem os riscos ambientais inerentes as suas atividades e visem a implementação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

Diante do exposto surge o questionamento: quais os conhecimentos científicos produzidos sobre a aplicação da FMEA e Produção Mais Limpa no levantamento dos impactos ambientais e gerenciamento de resíduos nas mais diversas áreas? Assim este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática referente ao assunto buscando analisar a partir de produção científica aplicação das ferramentas FMEA e Produção Mais Limpa no levantamento dos impactos ambientais e gerenciamento de resíduos nas mais diversas áreas de produção, descritas em artigos entre os anos de 2015 a 2021.

O restante deste artigo está organizado da seguinte maneira. A Seção 2 descreve o referencial teórico e a seção 3 os procedimentos metodológicos utilizados no trabalho. A Seção 4 apresenta o resultado desta pesquisa em relação aos trabalhos encontrados sobre a temática e uma análise destes trabalhos e na 5 relata as considerações finais, seguida dos agradecimentos, divulgação e referências.



Engenharia

2. Referencial teórico

2.1. Failure Mode and Effect Analysis - FMEA

A busca pela melhoria da qualidade de um produto ou processo em qualquer área de atuação e constante, porém para o alcance são necessários planejamentos e identificação dos problemas que afetam a eficiência e eficácia do sistema. Paladini (2008) enfatiza que muitas ferramentas podem ser adotadas visando direcionar as ações para o foco alvo do problema, porém o problema passa a ser a escolha correta da ferramenta visando alcançar o objetivo proposto pela organização que é a melhoria da qualidade dos seus processos e por meio destes atenderem também a melhoria para o meio ambiente atendendo a um sistema de gestão ambiental - SGA.

A FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) é uma dessas ferramentas de qualidade é atua na análise do tipo de falha e efeitos ocorridos no sistema. De acordo com Mcdermott et al., (2009), essa ferramenta foi testada pela primeira vez em 1949 pelos militares com o objetivo de determinar os efeitos da ocorrência das falhas em sistemas e equipamentos. Posteriormente já na década de 60 a mesma foi aplicada no projeto Appolo da NASA, pois permite identificar e prevê problemas sejam em projetos ou processo antes mesmo de sua ocorrência. Para Caetano, Lobosco e Arcari (2015) ela trabalha na identificação das falhas potenciais daquele processo, produto, sistema possibilitando a geração de ações que visam à prevenção e solução do problema com a melhoria da qualidade de gestão, trazendo grandes benefícios para a organização e conseqüentemente atendendo também ao meio ambiente e à saúde do trabalhador.

2.1.1 Princípios do FMEA

O princípio para análise do processo requer o seguimento de diversos passos para que a coleta seja realizada de maneira efetiva e organizada e que sejam

alcançadas as metas propostas. Segundo Stersi e Rito (2019) esses passos são:

- O processo deve ser desdobrado em atividades individuais;
- As análises do processo devem ser realizadas por uma equipe multidisciplinar visando o alcance de uma visão geral e ampla do processo. Todas as etapas devem ser criadas e analisadas em consenso com o grupo;
- Aplicação do formulário deve ser realizada por um facilitador ou responsável pela aplicação da ferramenta. Este será responsável pelo agendamento das reuniões, o adequado registro destas reuniões, treinamento da equipe, acompanhamento do progresso do trabalho e mediação dos encontros. Este deve ter conhecimento da ferramenta para facilitar o repasse de sua utilização à equipe;
- Deve ser demonstrado à equipe um esboço do formulário a ser aplicado, com os itens básicos a serem avaliados podendo este ser adequado em comum acordo para suprir as necessidades da avaliação;
- As escalas de severidade (S) ocorrência (O) e detecção devem ser definidas pela equipe;
- E o Número de Prioridade de risco - RPN seja determinado pela equipe, pois através deste serão propostas as ações de prioridade para eliminar ou reduzir os riscos gerados pelo processo. Este RPN é obtido pela multiplicação dos valores de severidade (S) ocorrência (O) e detecção (D). O Limite está dentro dessa faixa de 1 a 1000.

2.1.2 Formulário do FMEA

O formulário da ferramenta FMEA não segue a um modelo pronto, pois este deve ser adequado ao que se pretende estudar, porém este tem alguns elementos considerados básicos e que não constantes na adoção desta ferramenta. Esses elementos básicos são: cabeçalho, etapas do processo, funções, falha potencial ou modo de falha, efeitos



Engenharia

causas, severidade ou gravidade, ocorrência que darão origem ao NPR, forma de controle, detecção e ações recomendadas. A Figura 1 apresenta um modelo de formulário do FMEA, demonstrando detalhadamente os

elementos básicos e o que corresponde cada etapa para o preenchimento do formulário.

FMEA										
Organização:	Objetivo	Responsável	Data Inicial							
Local de estudo:	Processo	Equipe	Data de Revisão							
Avaliação dos riscos			Controles Finais							
Etapas do processo	Função do processo	Falha potencial do processo	Dano Efeito da Falha	S	Potencial causa raiz	O	Controle Atual	D	N P R	Ações Recomendadas

Figura 1 – Formulário do FMEA. Fonte: Adaptado de Toledo e Amaral (2010).

- **Equipe:** O nome de cada membro da equipe e sua respectiva área.
- **Etapas do processo:** deve estar descrito as atividades individuais que fazem parte do processo a ser analisado.
- **Função do processo:** corresponde a descrever a função propósito da realização da etapa do processo. A pergunta para direcionar essa função é: "O que esse processo se propõe a fazer?" Dependendo da etapa do processo, várias funções serão identificadas.
- **Falha potencial:** descrevem-se as possíveis falhas que pode ocorrer naquela etapa do processo. Os dados, registros históricos disponíveis e conhecimento dos profissionais da equipe ajudam muito para auxiliar na listagem das falhas existentes.
- **Dano / Efeito da falha:** Correspondem as consequências provenientes da ocorrência da falha. Consiste em responder a seguinte pergunta: "Qual o possível dano ou impacto no gerenciamento dos resíduos e na segurança dos trabalhadores caso a falha ocorra?"
- **Severidade:** deve-se avaliar a gravidade da falha por meio da tabela de severidade/gravidade elaborada pela equipe. A severidade é classificada em um índice de 1 a 10. **Potencial causa raiz:** são listados os motivos que podem ter causado a falha. Listar os motivos como algo que deve ser corrigido e controlado

- **Ocorrência (O):** refere-se à frequência de ocorrência da falha ou causa, ou seja, corresponde a probabilidade que causa venha a ocorrer. A análise da ocorrência também é feita numa escala qualitativa de 1 a 10. Quanto mais o valor da ocorrência se aproxima do índice 10 mais aumenta a probabilidade de ocorrer às causas das falhas.
- **Controle Atual:** É a descrição do que prevenir ou diminuir a possibilidade de ocorrência da falha ou detectar a causa da falha antes que a mesma ocorra. A avaliação poderá ser feita para a operação em análise ou operação subsequente.
- **Detecção (D):** Detecta a causa ou a falha antes ou durante a realização do procedimento. Segue a uma escala de 1 a 10. O índice 1 representa a maior probabilidade de detectar a causa antes ou durante a realização do procedimento e 10 a impossibilidade de detectar a falha dentro do processo.
- **NPR:** é o Número de Prioridade de Risco obtido pela multiplicação do índice de severidade (S), de ocorrência (O) e detecção (D). Este resultado possibilita identificar quais riscos devem ser tratados com prioridade. Sua escala vai de 1 a 1000.
- **Ações recomendadas:** refere-se às ações que foram listadas pela equipe para eliminar ou reduzir as falhas de gravidade.



Engenharia

2.2. Produção Mais Limpa – Cleaner Production

Não adianta pensar em melhoria de qualidade de um processo ou produto se não pensar agregado a essa ideia a sustentabilidade desse processo em prol do meio ambiente. Visando atender a sustentabilidade do sistema, entra em ação a Produção mais limpa (P+L) que de acordo com o Centro Nacional de Tecnologia Limpa – CNTL (2003) é usada como estratégia técnica econômica e ambiental e integrada a outras ferramentas e associada ao processo visa aumentar a eficiência do uso de energia, matéria prima, água e atender ao princípio da hierarquia da geração de resíduos, com benefício ambiental, à saúde dos trabalhadores, a sociedade e a organização.

Pimenta e Gouvinhas (2012) enfatizam que a P+L atua não atua somente em reduzir os riscos gerados pelo processo ao meio ambiente, ao trabalhador, a sociedade e à organização, mais no estímulo da organização de se autoavaliar constantemente visando à melhoria da qualidade e prestando uma resposta corretamente sustentável à Sociedade. A aplicação dela não requer grandes investimentos, tecnologias sofisticadas e mudanças radicais, o que facilita sua adoção dando como resposta diversos benefícios listados abaixo:

- Redução dos custos da operação com o gerenciamento de resíduos;
- Redução da quantidade de resíduos produzidos com o controle na fonte;
- Reaproveitamento dos recursos;
- Redução dos riscos gerados ao meio ambiente, ao local de trabalho, ao funcionário com melhorias das atividades adotadas;
- Produção de forma sustentável, consciente;
- Aumento de produtividade e qualidade da produção o que proporciona a competitividade e resposta

Scientia Amazonia, v. 10, n.3, E1-E23, 2021

Revista on-line <http://www.scientia-amazonia.org>

ISSN:2238.1910

efetiva em relação ao sistema de gestão ambiental entre outras.

O PNUMA (2005) destaca que mesmo com tantas vantagens, a implementação dessa ferramenta é dificultada por diversas barreiras como:

- Falta de participação ou interesse da alta chefia e de todos os demais envolvidos no local onde se pretende implantar;
- Dificuldade em se manter o acompanhamento, evolução das ações previstas;
- Falta de conhecimento da ferramenta e falta de investimento em capacitação dos trabalhadores;
- Falta de divulgação e compreensão da grande importância da adoção desta ferramenta em prol da melhoria geral.

2.3. Aspectos e impactos ambientais

De acordo com Barbieri (2007), os aspectos ambientais são decorrentes do consumo (inputs ou entradas) por meio do uso de insumo, como espaço, matérias-primas, energia, água e outros recursos produtivos e do uso do meio ambiente como receptor (outputs ou saídas) de resíduos, emissões de gases, ruídos, vibrações, radiações e efluentes líquidos, oriundos das atividades ou serviços realizados.

Sanchez (2006) enfatiza que o aspecto ambiental antecede o impacto, ou seja, para que o impacto aconteça existe o aspecto que o gerou, assim o impacto é o efeito do aspecto. Assim a geração de resíduos, por exemplo, é aspecto e não impacto.

Segundo o mesmo autor o impacto é são alterações sejam positivas ou negativas causadas ao meio ambiente provindas dos aspectos ambientais.

O Conselho Nacional do Meio ambiente (CONAMA) Artigo 1º da Resolução nº 001/86 conceitua impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades do meio ambiente sejam



Engenharia

elas físicas, químicas ou biológicas, causadas por qualquer forma de matéria resultantes de atividades que direta ou indiretamente, afete a saúde e as atividades sociais e econômicas da população, a biota, as condições estéticas e sanitárias e a qualidade dos recursos naturais ((BRASIL. CONAMA, Resolução 001, 1986).

Para que uma organização atue em conformidade com a legislação vigente no que se refere ao sistema de Gestão Ambiental a identificação dos aspectos e impactos ambientais é imprescindível (RAMALHO et al., 2018).

Nesse contexto, as ferramentas de gestão de produção podem auxiliam de forma integrada na identificação dos aspectos e impactos ambientais visando alcance de um sistema de produção eficiente em prol da sustentabilidade ambiental como o FMEA e a P + L

2.4. Gerenciamento de resíduos

O processo de gerenciamento de resíduos (GR) é uma atividade complexa, pois resulta na manipulação de uma diversidade de resíduos e em alguns casos com um grande potencial de risco para o manipulador. De acordo com a Resolução RDC 306/2004 da ANVISA os resíduos passam por diversas etapas que são discriminadas de acordo com o tipo de resíduo e suas particularidades, porém de uma maneira geral o GR compreende duas fases em relação à manipulação: Gerenciamento intra-estabelecimento e gerenciamento extra - estabelecimento.

O Gerenciamento intraestabelecimento compreende as etapas de segregação, acondicionamento, identificação, coleta interna e transporte interno, armazenagem Interna e temporária e armazenamento externo.

O gerenciamento extra-estabelecimento compreende etapas fora do estabelecimento gerador. São as etapas de coleta externa e transporte

externo, tratamento e disposição final (ANVISA, 2006).

Com o correto gerenciamento dos resíduos a organização passa a cumprir uma etapa necessária para a inserção de um Sistema de Gestão Ambiental.

2.5. Meio ambiente e o Sistema de gestão ambiental

Meio ambiente tem várias definições, mais de uma maneira geral é compreendido por tudo que nos cerca e a interação do homem provoca mudanças que podem afetar consideravelmente o meio ambiente. No Art.225 da Constituição Federal de 1988 (CF/88) e no Art. 3º da Lei 6.938/81, "O meio ambiente é o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite abrigar e reger a vida em todas as suas formas".

A mudança no comportamento humano em relação à busca por um desenvolvimento de forma sustentável irá amenizar o panorama de preocupação com o meio ambiente e com os aspectos econômico-sociais. De acordo com Feroldi (2014), é necessário gerenciar, tratar, armazenar, reciclar e transportar os resíduos perigosos de maneira adequada para se alcançar um desenvolvimento sustentável e um ambiente equilibrado, porém para que isso aconteça é imprescindível à cooperação mútua e participativa entre todos os envolvidos desde a unidade geradora, passando pelo governo local até a sociedade em geral.

Assim partindo da conscientização em relação ao que é produzido e a forma como é descartado, surge à necessidade de abordar a gestão ambiental que é uma das peças-chave para solucionar os problemas do meio ambiente que afeta o planeta. Na concepção de Forno (2017), o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) consiste em um conjunto de ações que visa o planejamento, a organização, o controle e a minimização dos impactos ambientais causados pelos processos produtivos.

Falar de SGA é falar de uma ISO (*International Organization for*



Engenharia

Standardization) ou ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) 14001, que está inserida dentro da série da ISO 14000 que retrata sobre o Sistema de gestão ambiental. É uma forma de avaliar os impactos causados ao meio ambiente por meio de um sistema de gestão ambiental avaliando vários passos como auditoria de um SGA, avaliação de desempenho ambiental, rotulagem ambiental e análise do ciclo de vida do produto. A ABNT NBR ISO 14001 fala sobre o SGA, especificações e uso. É a mais importante da série e a única auditável, ou seja, a empresa implanta. Ela exige que as empresas considerem todas as questões ambientais relativas aos seus processos e inclui a necessidade de melhoria contínua baseada no ciclo PDCA que é uma sigla inglesa para Plan – Planejar; Do – Executar; Check – Executar e Act – agir corretamente.

Para Forno (2017), SGA é proveniente de um esforço mútuo e continuado de toda a organização envolvida, buscando excelência ambiental, visando o alcance de seu desempenho por meio de um desenvolvimento sustentável.

3. Metodologia da Pesquisa

Este trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória, descritiva e

qualitativa. Exploratória porque buscou-se explorar as bases de dados em busca de artigos referentes ao assunto e sua relevância ao estudo proposto e descritiva e qualitativa visando o detalhamento dos dados e a qualidade dos artigos encontrados que servirão de base para a descrição e embasamento do estudo em questão apoiando-se no método de pesquisa Revisão Sistemática de Literatura (RSL). A RSL de acordo com os autores Kitchenham (2004) e Nakano & Muniz Jr. (2018), trata-se de um tipo de investigação centrada em questões definidas pelo interesse do pesquisador, buscando identificar, avaliar e interpretar as pesquisas disponíveis.

A pesquisa bibliográfica que subsidiou a presente revisão foi baseada na consulta de trabalhos publicados nos últimos 6 anos (2015 a 2021).

3.1. Etapa da Pesquisa

Como estratégia para a elaboração da RSL sobre aplicação da FMEA e P+L no levantamento dos impactos ambientais e gerenciamento de resíduos nas diversas áreas de produção, utilizou-se uma sequência de passos como mostra a figura 2:

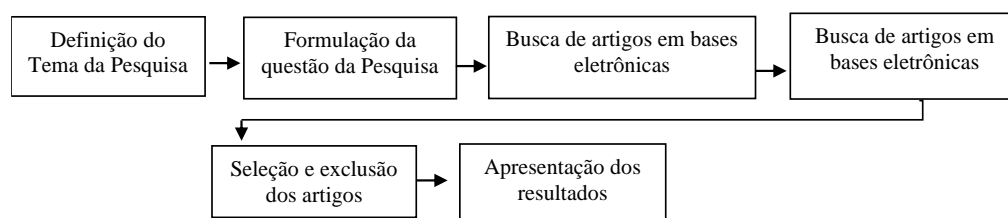


Figura 2- Metodologia da revisão sistemática de literatura

1º Passo: Definição do tema da pesquisa – o tema escolhido foi aplicação da FMEA e P+L no levantamento dos impactos ambientais e gerenciamento de resíduos nas diversas áreas de produção a partir de conhecimentos científicos publicados e disponíveis em bases de dados;

2º Passo: Formulação da questão da pesquisa – Com base na temática a pergunta

do artigo consiste em: Quais os conhecimentos científicos produzidos sobre aplicação da FMEA e Produção Mais Limpa no levantamento dos impactos ambientais e gerenciamento de resíduos nas mais diversas áreas?

3º Passo: Busca de artigos em bases eletrônicas – foram pesquisadas referências na

Engenharia

plataforma Scielo, Portal Periódicos CAPES, Google Scholar, portal Aprepro e Web of Science. Como palavras chaves utilizou-se os termos: FMEA, Produção Mais Limpa, impactos ambientais e gerenciamento de resíduos em inglês e português e o uso do operador booleano AND. Limitou-se aos idiomas inglês e Português e somente artigos completos. Foram encontrados na Plataforma Scielo 111 artigos, Periódicos CAPES 21.930 artigos revisados por pares, Google Scholar 35.800 e na Web of Science 76 artigos. No site da Aprepro foram realizados levantamento de artigos nos Anais da CONBREPO dentro do período determinado referente as duas metodologias FMEA e P+L, sendo coletado um total de 08 artigos. Essa base de dado foi escolhida por reunir publicações de artigos dentro da área de Engenharia de Produção apresentando grande relevância ao trabalho.

4º Passo: Seleção e exclusão dos artigos - O primeiro filtro foi realizado a partir da leitura mais detalha de seus títulos, sendo selecionados os que se referiam as ferramentas FMEA e P+L, relação das ferramentas integradas ou não e sua relação no levantamento dos impactos ambientais e na gestão de resíduos sem limitação de área de aplicação, pois o objetivo é saber em que áreas essas ferramentas estão sendo aplicadas dentro do contexto já descrito. Nesse filtro foram selecionados 78 artigos. O Segundo filtro foi realizado a partir da leitura dos resumos (abstracts) das publicações que foram anteriormente selecionadas por seus títulos. Por esse filtro foi possível identificar publicações em tese, que apresentaram relevância para a revisão sistemática. Foram eliminadas publicações que não mencionaram FMEA, P+L, Impactos ambientais e gerenciamento de resíduos e que mesmo relatando alguns dos descritores não se adequavam ao que se pretende estudar, além dos artigos repetidos e incompletos. Ficaram nesse filtro 52 artigos. A terceira etapa consistiu na leitura completa das publicações, que

passaram pelo segundo filtro. Logo, foram avaliadas e identificadas as que estavam de acordo com as premissas estabelecidas para revisão sistemática, e destes 52 artigos foram selecionados 31 artigos que mais se assemelhavam ao tema e que contribuirão para a descrição do estado-da-arte sobre o tema proposto.

Na próxima seção os resultados são apresentados e discutidos.

4. Resultados e Discussão

A seleção dos artigos foi realizada no período de fevereiro a julho de 2021 no portal periódicos CAPES, Google Scholar, Scielo, Aprepro e Web of Science, usando os termos: FMEA, Produção Mais Limpa, impactos ambientais e gerenciamento de resíduos em inglês e português e o uso do operador booleano AND. A Figura 3 apresenta o resultado da busca.

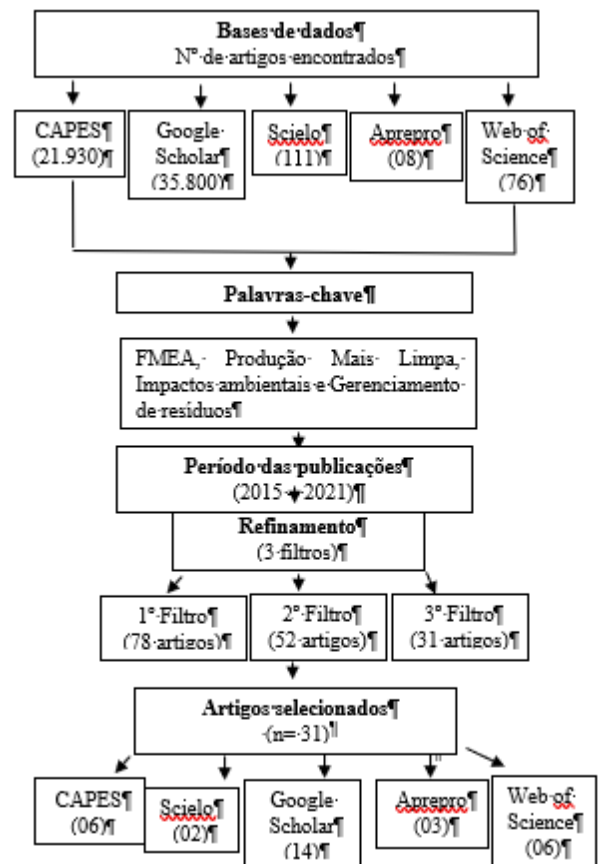


Figura 3. Resultado da busca dos artigos

Com a leitura detalhada e minuciosa dos 31 artigos selecionados, foi



Engenharia

possível classificar dados que serviram de base para a descrição dos resultados encontrados. Como detalhado, os artigos passaram por refinamento (3 filtros), onde

foram levados em consideração o título e os objetivos propostos como mostram as Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Títulos das publicações

Ano	Autores	Títulos
2015	SILVA, E. P.; CHAGAS, R. L.; AVELAR, R. J.; SILVA, R. H.	FMEA: Aplicação da ferramenta de qualidade de processo produtivo do iogurte em um laticínio de pequeno porte.
2015	BRONSTRUP, D. E.; MORAES, J.; BRUM, T. M. M.; SILVA, A. L. E.	Proposta de implantação de P + L em um frigorífico de Suínos de grande porte: Estudo de caso.
2015	DE OLIVEIRA, J. A.; GUARDIA, M.; QUEIROZ, G. A.; COBRA, R. L. R. B.; OMETTO, A. R.; DE OLIVEIRA, O. J.	Identificação dos benefícios e dificuldades da Produção Mais Limpa em empresas industriais do Estado de São Paulo.
2015	MORAIS, L. S.; BORGES, K. K.; RIBEIRO, V. N.; MENDES, A. F.	Aplicação da ferramenta FMEA para reduzir impactos ambientais: Um estudo de caso em uma empresa localizada em Mossoró/RN.
2015	NARA, E. O. B.; GERHARD, G.; SEHN, K. T.; MORAES, J. A. R.; SILVA, A. L. E.	Aplicação da metodologia de Produção Mais Limpa em um processo de rotomoldagem como uma ferramenta sustentável aplicada à segurança do trabalho.
2015	MENDONÇA, J. M. S.; SILVA, R. G.	Aspectos e impactos ambientais de um laboratório de Biologia.
2016	CEREZINI, M. T.; AMARAL, K. M.; POLLI, H. Q.	Avaliação dos aspectos e impactos ambientais em uma instituição de ensino com o uso da ferramenta FMEA.
2016	PONTES, R. S.; FREITAS, L. S.; MACIEL, D. S. C.	Análise dos modos e efeitos de falhas (FMEA): Um estudo dos serviços odontológicos de um posto de saúde em queimadas – PB.
2016	MACIEL, D. S. C.; FREITAS, L. S.	Utilização do método FMEA na identificação e análise de impactos ambientais: o caso de uma empresa produtora de embalagens flexíveis.
2016	BARBOSA, M. F. N.; DE LIMA, A. F. A.	Avaliação da aplicação da ferramenta Produção Mais Limpa em laboratório de Anatomia Patológica e Citológica: Um estudo de caso em um Hospital Universitário.
2017	CASOTTI, R. F.; BATISTA, B. C.; FREITAS, R. R.	Análise dos elos produtivos e aplicação do Método de Análise dos Modos e Efeitos de Falhas (FMEA) na pesca artesanal no Norte do Espírito Santo, BRASIL.
2017	HERZER, E.; ROBINSON, L. C.; NUNES, F. L.	Simbiose industrial e Produção Mais Limpa como estratégias de gestão ambiental.
2017	SILVA, B. M.; ANDRADE, C. S.; CRUZ, L. M. O.; CRUZ, L. M. O.	Análise e aplicação do FMEA em um frigorífico na região de Coxim – MS.
2017	SANTOS, J. G.; SILVA, Y. D. T.	Práticas de gestão ambiental e Produção Mais Limpa. Uma análise do processo produtivo da cachaça Sanhaçu.
2017	FONSECA, J. M.; PERES, A. P.	Aplicação das ferramentas Produção Mais Limpa e FMEA em Abatedouro-Frigorífico de suínos.
2017	DE OLIVEIRA, L. M.; PEREIRA, G. R.	Produção Mais Limpa em empresas de Gaspar/SC: Um estudo de caso.
2018	RAMALHO, J. S.; SILVA, A. L.; ANDRADE, R. W. N.; DUARTE, M. D. D. C.	Análise de falhas e riscos ambientais: o uso da ferramenta FMEA na identificação e avaliação dos aspectos e impactos ambientais no campus João Pessoa do IFPB.
2018	BEZERRA, K. C. A.; DIAS, Y. N.; ALVES, R. J. M.; FILHO, H. R. F.; PONTES, A. N.	FMEA como subsídio para a implementação do sistema de gestão ambiental em laboratório da UFRA.
2018	SANTOS, F. F.; QUEIROZ, R. C. S.; NETO, J. A. A.	Avaliação da aplicação das técnicas da Produção Mais Limpa em um laticínio no Sul da Bahia.
2018	BAUER, A. C.; FAGUNDES, A. B.; BEUREN, F. H.; PEREIRA, D.; JUNIOR, M. C. P.	Aplicação da Produção Mais Limpa como processo de melhoria na produção de pisos laminados: um estudo de caso.
2018	LEITE, R. R.; NETO, G. C. O.	Avaliação econômica da aplicação da Produção Mais Limpa em uma estação de Tratamento de Efluentes: Estudo de caso em uma empresa metal mecânica.
2018	SILVA, M. F.; SILVA, C. N. O.; RIBEIRO, A. R. B.; CORREIA, R. C.; ARAÚJO, J. L. P.	Produção Mais Limpa na cultura do melão em Petrolina – PE: Uma parceria entre a Embrapa Semiárido e os produtores locais.
2019	BREMM, L. B.; WIEDENHOFT, A. G.; OLIVEIRA, A. S.	FMEA como ferramenta para análise de falha de um produto – Avaliação da rugosidade superficial do processo de torneamento a quente.

Engenharia

2019	MUNIZ, D. C. G.; SOUZA, A. M. G. F.	Produção Mais Limpa como princípio para a Gestão Ambiental em Farmácias de Manipulação
2019	AIRES, C.F.; PIMENTA, H. C. D.	Avaliação dos aspectos e impactos ambientais de um laboratório de análises físico-químicas pelo método FMEA.
2019	NETO, G. C. O.; CORREIA, J. M. F.; SILVA, P. C.; SANCHES, A. G. O.; LUCATP, W. C.	Produção Mais Limpa na indústria têxtil e sua relação com metas de desenvolvimento sustentável.
2020	CARNEIRO, P. F. G.; SOUZA, J. A. C.	Ecoeficiência e a Produção Mais Limpa: Uma nova visão organizacional.
2020	JUNIOR, A. O.; SILVA, E. C.; HERMOSILLA, J. L. G.	Um estudo de aplicação do método FMEA: pesquisa-ação em um processo de fabricação de uma empresa de grande porte do setor metal mecânico.
2021	HOECKESFELD, L.; CALDART, A. F.; MORAIS, V. A.; NETO, A. B. M.	A implementação da estratégia de Produção Mais Limpa em uma indústria de pisos de madeira.
2021	VARELLA, W. A.; OLIVEIRA NETO, G. C.; SOUSA, T. B.	Adoção de Produção Mais Limpa em uma fábrica de palmito pupunha: Um Sistemática de Revisão Literatura e um estudo de caso.
2021	DOS SANTOS, M. A.; SOARES, B. B.; SOUSA, L. F.; ALVES, E. C	Alternativas de Produção Mais Limpa para a indústria de cosmético no Sul da Bahia.

Tabela 2. Objetivos propostos pelos autores

Ano	Autores	Objetivos
2015	SILVA, E. P.; CHAGAS, R. L.; AVELAR, R. J.; SILVA, R. H.	Analisar os modos de falhas e seus efeitos no processamento de iogurte em um laticínio de pequeno porte situado na região centro-oeste de Minas Gerais através da ferramenta FMEA.
2015	BRONSTRUP, D. E.; MORAES, J.; BRUM, T. M. M.; SILVA, A. L. E.	Avaliar os pontos críticos do processo produtivo de um abatedouro de suínos e explanar sobre questões acerca do desenvolvimento sustentável.
2015	DE OLIVEIRA, J. A.; GUARDIA, M.; QUEIROZ, G. A.; COBRA, R. L. R. B.; OMETTO, A. R.; DE OLIVEIRA, O. J.	Identificar os benefícios gerados e as dificuldades enfrentadas para a Produção Mais Limpa em quatro empresas industriais situadas no estado de São Paulo por meio de estudos de caso.
2015	MORAIS, L. S.; BORGES, K. K.; RIBEIRO, V. N.; MENDES, A. F.	Demonstrar a aplicação da ferramenta de qualidade FMEA em uma empresa do ramo animal e vegetal que atende ao princípio da permacultura.
2015	NARA, E. O. B.; GERHARD, G.; SEHN, K. T.; MORAES, J. A. R.; SILVA, A. L. E.	Aplicar a ferramenta de P+L no setor de rotomoldagem para análise de luvas de algodão, a fim de obter ganhos econômicos, ambientais e sociais, reduzir os custos anuais com este EPI, diminuir os resíduos e melhorar o ambiente de trabalho para os funcionários.
2015	MENDONÇA, J. M. S.; SILVA, R. G.	Avaliar os aspectos e impactos ambientais de um laboratório de Biologia do IFRN Campus Natal Central (CNAT).
2016	CEREZINI, M. T.; AMARAL, K. M.; POLLI, H. Q.	Realizar o levantamento dos aspectos e impactos ambientais, com a utilização da ferramenta FMEA.
2016	PONTES, R. S.; FREITAS, L. S.; MACIEL, D. S. C.	Analisar os aspectos e impactos ambientais gerados pela atividade odontológica em um Posto de Saúde à luz da ferramenta Análise dos Modos e Efeitos de Falhas (FMEA).
2016	MACIEL, D. S. C.; FREITAS, L. S.	Identificar e analisar os aspectos e impactos ambientais causados pelas atividades desenvolvidas em uma empresa produtora de embalagens flexíveis, à luz do método FMEA.
2016	BARBOSA, M. F. N.; DE LIMA, A. F. A.	Identificar oportunidades de aplicação de P+L como forma de melhoria do desempenho ambiental de processos de execução de serviços desenvolvidos em um LAPC.
2017	CASOTTI, R. F.; BATISTA, B. C.; FREITAS, R. R.	Análise dos elos da cadeia produtiva bem como a aplicação da metodologia de Análise dos Modos e Efeitos de Falhas (FMEA) nos processos de insumos, produção, beneficiamento e comercialização do pescado.
2017	HERZER, E.; ROBINSON, L. C.; NUNES, F. L.	Identificar possibilidades de aplicação da Produção Mais Limpa e Simbiose Industrial que auxiliem na gestão de resíduos sólidos em uma indústria de laminados sintéticos no Vale dos Sinos por meio de um estudo de caso.
2017	SILVA, B. M.; ANDRADE, C. S.; CRUZ, L. M. O.; CRUZ, L. M. O.	Analisar o risco ambiental através da aplicação do FMEA como ferramenta para avaliação de impacto, em um frigorífico localizado no município de Coxim-MS.
2017	SANTOS, J. G.; SILVA, Y. D. T.	Analisar as práticas de Produção Mais Limpa adotadas pela cachaçaria Sanhaçu no seu processo produtivo.



Engenharia

2017	FONSECA, J. M.; PERES, A. P.	Associar as ferramentas P+L e FMEA e aplicá-las em um frigorífico-abatedouro de suínos, a fim de detectar pontos críticos ao longo da cadeia produtiva e estabelecer ações corretivas e medidas preventivas que possam minimizá-las.
2017	DE OLIVEIRA, L. M.; PEREIRA, G. R.	Diagnosticar práticas de P+L nas pequenas e médias empresas de Gaspar/SC, bem como as ações dos atores sociais relacionados à gestão ambiental no município, com o intuito de subsidiar futuras intervenções de ensino, pesquisa e extensão.
2018	RAMALHO, J. S.; SILVA, A. L.; ANDRADE, R. W. N.; DUARTE, M. D. D. C.	Aplicar a ferramenta FMEA como facilitador na Implementação do Sistema de Gestão Ambiental do IFPB – Campus João Pessoa.
2018	BEZERRA, K. C. A.; DIAS, Y. N.; ALVES, R. J. M.; FILHO, H. R. F.; PONTES, A. N.	Analisar a aplicação de FMEA no laboratório de Análise química do Solo da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), em Belém-PA.
2018	SANTOS, F. F.; QUEIROZ, R. C. S.; NETO, J. A. A.	Identificar as técnicas adotadas e as oportunidades de P+L em um latifúndio no Sul da Bahia.
2018	BAUER, A. C.; FAGUNDES, A. B.; BEUREN, F. H.; PEREIRA, D.; JUNIOR, M. C. P.	Identificar oportunidades de melhoria através da análise do fluxo produtivo de uma indústria madeireira do interior do Paraná, com foco para a destinação correta dos resíduos gerados, baseados nos conceitos aplicados à Produção Mais Limpa.
2018	LEITE, R. R.; NETO, G. C. O.	Demonstrar por meio da metodologia de estudo de caso, a avaliação econômica da aplicação da P+L na Estação de Tratamento de Efluentes de uma pequena empresa brasileira do ramo metal mecânico
2018	SILVA, M. F.; SILVA, C. N. O.; RIBEIRO, A. R. B.; CORREIA, R. C.; ARAÚJO, J. L. P.	Identificar quais as práticas de P+L usadas no plantio de melão em Petrolina – PE.
2019	BREMM, L. B.; WIEDENHOFT, A. G.; OLIVEIRA, A. S.	Buscar por melhorias no processo de torneamento a quente no aço ABNT 1045, sob quatro condições de temperatura, através do Método de Análise dos Modos de Falhas e seus efeitos (FMEA).
2019	MUNIZ, D. C. G.; SOUZA, A. M. G. F.	Avaliar a possibilidade de implantação da P+L em uma farmácia de manipulação no interior de São Paulo.
2019	AIRES, C.F.; PIMENTA, H. C. D.	Avaliar os aspectos e impactos ambientais de um laboratório de análises físico-químico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) e propor medidas para controle dos mesmos.
2019	NETO, G. C. O.; CORREIA, J. M. F.; SILVA, P. C.; SANCHES, A. G. O.; LUCATP, W. C.	Avaliar se a economia e vantagens ambientais advindas da adoção da P+L na indústria têxtil contribuiu para os objetivos de Desenvolvimento Sustentável.
2020	CARNEIRO, P. F. G.; SOUZA, J. A. C.	Analisar o uso das estratégias focadas na ecoeficiência e a P+L realizada pelas organizações.
2020	JUNIOR, A. O.; SILVA, E. C.; HERMOSILLA, J. L. G.	Apresentar um estudo sobre a aplicação do FMEA em um processo de fabricação, em uma empresa de grande porte do segmento metal mecânico, detalhando o processo de implantação do FMEA e o resultado alcançado.
2021	HOECKESFELD, L.; CALDART, A. F.; MORAIS, V. A.; NETO, A. B. M.	Analisar a implementação de projetos de P+L em uma indústria do ramo madeireiro de fabricação de pisos localizada na cidade de Alta Floresta, MT.
2021	VARELLA, W. A.; OLIVEIRA NETO, G. C. SOUSA, T. B.	Avaliar os benefícios ambientais e econômicos da P+L no reaproveitamento de resíduos gerados na pupunha.
2021	DOS SANTOS, M. A.; SOARES, B. B.; SOUSA, L. F.; ALVES, E. C.	Identificar pontos críticos e oportunidades de melhorias ambientais na indústria cosmética do sul da Bahia com base nos princípios da P + L.

Nota-se que os objetivos dos pesquisadores têm relação direta aos propostos nesta pesquisa configurando um retorno positivo na busca da revisão sistemática como o alcance da resposta em relação ao questionamento da pesquisa que consiste em identificar quais os conhecimentos científicos produzidos sobre aplicação das ferramentas FMEA e P+L no levantamento dos impactos ambientais e gerenciamento de resíduos nas mais diversas áreas.

Quanto ao ano de publicação que se limita ao período de 2015 a 2021, com o uso das palavras chaves FMEA, Produção Mais Limpa, impactos ambientais e gerenciamento de resíduos em inglês e português e o uso do operador booleano AND, nas bases de dados Periódicos CAPES, Scielo, Google Scholar, Web of Science e Aprepro. Após os 3 filtros foram selecionados 31 artigos relevantes ao estudo proposto. A tabela 3 retrata o número de artigos que



Engenharia

foram selecionados na RSL por ano de publicação.

Tabela 3 – Ano de publicação dos trabalhos selecionados na RSL.

Ano	Nº de artigos selecionados
2015	06
2016	04
2017	06
2018	06
2019	04
2020	02
2021	03

O maior número de publicações selecionadas por serem relevantes ao trabalho estão nos anos de 2015, 2017 e 2018 com 6 publicações por ano; posteriormente 2016 e 2019 com 4 publicações cada; 2021 com 3 publicações e 2020 com 2 publicações. Foram encontradas e selecionadas publicações em todos os anos pesquisados. Os resultados listados na tabela 3 demonstram que são artigos atuais e que esse tema representa grande relevância dentro das publicações, pois foram encontradas publicações já no ano presente (2021), demonstrando ser um tema muito disseminado e de grande importância manifestada em diversos setores que aplicaram FMEA ou Produção Mais Limpa em suas atividades, seja no levantamento de impactos ambientais como na identificação de riscos de processos e produtos, atendimento a qualidade para satisfação do cliente entre outros em prol do todo, econômico, social e ambiental. Destaca nesses artigos listados a preocupação das organizações em detectar os aspectos e impactos ambientais presentes em suas atividades visando e corrigi-los atendendo aos critérios ambientais evitando assim sanções e punições decorrentes de impactos causados ao meio ambiente referentes as suas atividades produtivas.

Encontraram-se nos títulos e/ou nas descrições dos artigos selecionados as palavras FMEA, P+L, Aspectos e Impactos Ambientais e Gerenciamento de Resíduos. Das 31 publicações analisadas 14 aplicaram e

analisaram o uso da ferramenta FMEA em seus empreendimentos de forma individualizada, 16 analisaram o uso das técnicas de P+L e somente 01 publicação realizou a análise do uso integrado das ferramentas FMEA e P+L, sendo estas empregadas em um abatedouro de suínos como mostra a figura 04.

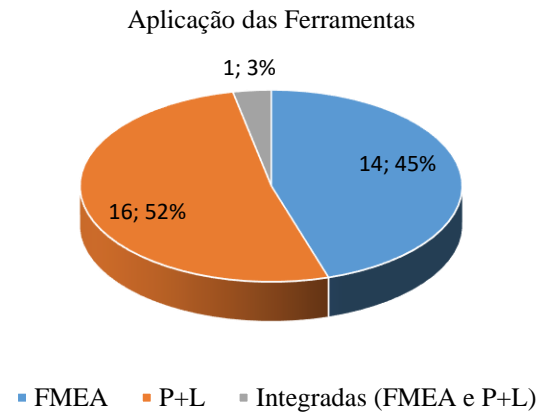


Figura 4. Percentual de artigos que utilizaram as ferramentas individuais ou integradas.

Com o encontro de somente um (01) artigo nas bases de dados pesquisadas referentes ao uso das ferramentas de forma integrada, demonstra a escassez de artigos publicados dentro desse contexto e reforça a importância desse estudo.

Quanto as áreas de aplicação das ferramentas, que é o questionamento deste estudo; estas foram bem diversificadas sendo uma (01) publicação em uma indústria madeireira; 02 em laticínios; 01 em posto de saúde avaliando os serviços odontológicos; 02 em abatedouro de suínos; 01 em uma empresa de embalagens flexíveis; 01 em uma indústria de piso de madeira; 01 indústria de laminados sintéticos; 01 empresa de aço; 01 em farmácia de manipulação; 02 em Instituição de Ensino; 01 em empresa de plásticos (luvas); 04 em laboratório diversificados; 01 em empresa do ramo animal e vegetal (permacultura); 02 empresa de metal mecânico; 01 setor de pesca artesanal; 01 frigorífico de bovino; 01 cachaçaria; 01 no cultivo de melão; 01 na produção de palmito de pupunha; 01 na indústria têxtil; 01 na indústria de

Engenharia

cosméticos e 03 empresas industriais variadas, detalhadas na figura 5.

O maior número de publicações ressalta a aplicação dessas ferramentas na indústria diversificada com 04 artigos o que corresponde a 12,90% e em laboratórios diversificados de ensino com 03 artigos (9,68%).

O quadro 1 apresenta uma síntese com autores, ano de publicação,

aplicação, resultados e benefícios/melhorias que podem ou foram alcançadas pelas empresas com a adoção da FMEA ou P+L. Essa síntese possibilita uma melhor compreensão dos artigos selecionados e sua importância dentro do contexto do estudo proposto.

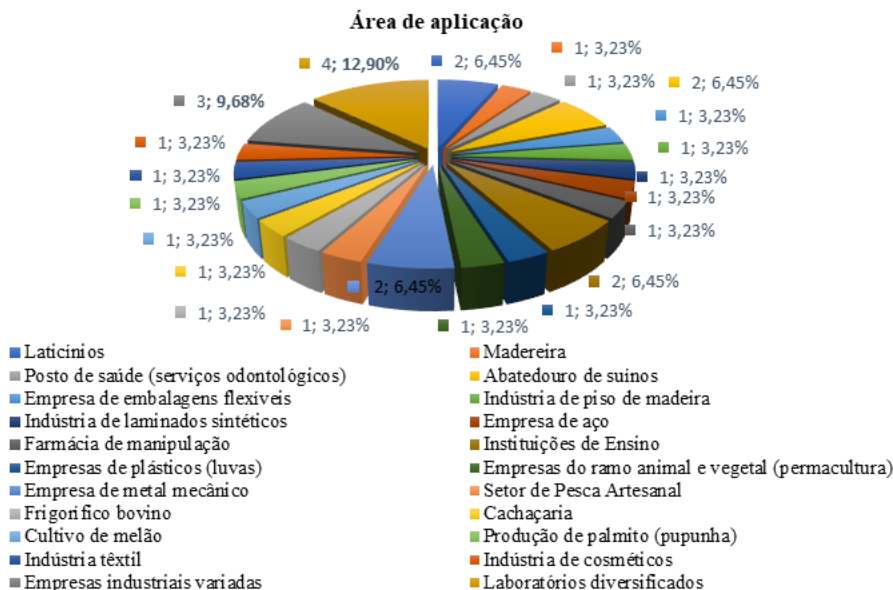


Figura 5. Percentual de artigos referentes ao local de aplicação das ferramentas.
 Fonte: elaboração própria (2021)

Quadro 1 – Síntese dos artigos selecionados.

Autor (es)	Aplicação	Resultados	Benefícios/Melhorias
Silva et al., (2015)	FMEA no processo produtivo de iogurte em um pequeno laticínio.	Número de Prioridade de Risco (NPR): teste de acidez e o envase. Ações preventivas: treinamentos e manutenções dos equipamentos.	- Melhoria na estruturação do processo de produção pelo controle das falhas potenciais; - Confiabilidade e qualidade no processo de produção do iogurte.
Bronstrup et al., (2015)	P+L em um frigorífico de suínos de grande porte	Ponto crítico: consumo de água no processo de limpeza das instalações.	- Redução no consumo de água; - Redução nos custos de produção da empresa; - Conscientização para o uso racional da água e a agregação de valores aos resíduos gerados.
De Oliveira et al., (2015)	Benefícios e dificuldades da P + L em quatro empresas industriais de SP.	Benefícios ambientais significativos: redução da utilização de insumos de produção e na deposição dos resíduos da produção. Dificuldades: aspecto econômico para a implantação de projetos de P + L.	- Ganhos econômicos – pelo gerenciamento racional de seus processos produtivos - Melhoria ambiental;
Morais et al., (2015)	FMEA em uma empresa do ramo animal e vegetal que atende ao princípio da permacultura	Causas potenciais de falhas do processo (administração de defensivos e geração de rejeitos pelo descarte de sacos e vasos plásticos).	- Em virtude do tempo limitado, não teve como verificar as melhorias. - Porém se aplicada servirá de orientação ao gestor nas

Engenharia

		Ações propostas: evitar uso de agrotóxico ou optar por mais eficiente e menos tóxico (óleo mineral) e controles biológicos: uso de insetos, bactérias que combatem as pragas e treinamento dos operadores para administração correta dos defensivos, e correto das embalagens e quanto aos sacos e vasos plásticos fazer a reciclagem do rejeito e substituição do material plástico por outro de maior durabilidade e reutilização.	tomadas de decisões nessa produção integrada e com isso redução de custos e melhoria ambiental.
Nara et al., (2015)	P+L na busca de redução no consumo de luvas de algodão no processo de rotomoldagem.	Substituição das luvas simples (algodão) por luvas de material mais resistente (pigmentada).	- Melhoria Social; - Melhoria Econômica com a redução de 78% nos gastos com luvas e redução de 68% na geração de resíduos; e - Melhoria ambiental;
Mendonça e Silva (2015)	FMEA na avaliação dos aspectos e impactos ambientais de um laboratório de Biologia	Geração de resíduos perigosos, a geração de efluentes perigosos, a emissão de gases e vapores e os riscos à saúde devido às condições do ambiente são os principais aspectos ambientais do laboratório de biologia	- Auxílio na identificação, quantificação e qualificação dos aspectos ambientais; - O método possibilitou também um alto nível de detalhamento dos processos e permitiu sugerir ações para prevenir ou minimizar os aspectos e impactos ambientais associados.
Cerezini, Amaral e Polli (2016).	FMEA no levantamento de aspectos e impactos ambientais em uma instituição de ensino.	Os maiores risco ambientais detectados foram o descarte de lâmpadas fluorescentes, descarte de óleo de cozinha, armazenamento de produtos químicos e armazenamento e manuseio de produtos inflamáveis	A metodologia eficiente em relação a priorização de ações para redução dos impactos negativos das atividades avaliadas, além de ser simples e barata sua aplicação.
Pontes, Freitas e Maciel (2016).	FMEA na análise dos aspectos e impactos ambientais gerados pela atividade odontológica em um Posto de Saúde.	29 impactos em todo empreendimento, sendo que o procedimento de restauração apresenta os riscos ambientais mais intensos.	- A ferramenta possibilita a orientação do gestor devido a descrição dos processos e seus respectivos aspectos e impactos, mensurando-os e definindo as práticas a serem utilizadas em cada caso específico
Maciel e Freitas (2016).	FMEA na identificação e análise dos impactos ambientais em uma empresa produtora de embalagens flexíveis	Pontos críticos: nas etapas de produção e nas demais atividades da empresa no que tange as suas dependências (escritórios, banheiros e refeitório). Os altos impactos foram: consumo de energia, geração de resíduos e emissões gasosas. Ações: treinamento externo para os funcionários, a fim de reduzir falhas que levem a geração de aparas, redução do consumo de energia através e alternativas tecnológicas; utilização de solventes a base de produtos não agressivos; entre outras alternativas	Contribuiu para a disseminação da avaliação de impacto ambiental nas empresas do setor e serve como base para que estas possam conhecer os impactos gerados por suas atividades. A FMEA promove a possibilidade de constante avaliação do risco ambiental e a adoção de ações para mitigá-lo, o que conduzirá a organização à melhoria e acompanhamento de seus processos.
Barbosa e De Lima (2016).	P+L em laboratórios de anatomia patológica e citologia de um hospital universitário	Alto consumo de água e energia e o grande risco ambiental na questão dos efluentes em relação ao despejo do material químico na pia.	P+L traz vários benefícios ambientais tais como, o conhecimento dos processos, a eliminação dos desperdícios, a minimização

Engenharia

		Foi percebido a necessidade da aplicação da P+ L visando ganhos econômicos atraentes e reduções significativas nos impactos ambientais, além de que o atendimento à legislação ambiental.	de matérias-primas, redução de resíduos e de emissões, além de incremento na saúde e segurança no trabalho
Casotti, Batista e Freitas (2017).	FMEA nos processos de insumos, produção, beneficiamento e comercialização do pescado nas comunidades pesqueiras de Guriri e Barra Nova.	Os problemas encontrados na cadeia produtiva estão ligados principalmente a falta de qualidade no processamento e a falta de incentivos do poder público.	- Incentivo e orientação com o uso da ferramenta para a busca de melhorias na qualidade e processamento do pescado. - Busca de parceria com o poder público.
Herzer, Robinson e Nunes (2017).	P + L e Simbiose Industrial que auxiliem na gestão dos resíduos sólidos em uma Indústria de Laminados Sintéticos do Vale do Sinos	Existe a possibilidade de aplicação da ferramenta para reduzir a geração de resíduos sólidos e com a Simbiose Industrial com a venda ou troca de resíduos com empresas parceiras da região que reutilizem ou reciclem em seus processos. Os resultados apontam a redução do passivo ambiental e uma economia projetada de 95% com destinação de resíduos comparado com o estimado gasto na situação sem a aplicação destas estratégias.	- Melhoria ambiental; - Melhoria econômica.
Silva et al., (2017).	Aplicação do FMEA em um frigorífico na região de Coxim – MS	41 (quarenta e um) aspectos decorrentes as atividades. O maior risco se deu na geração de resíduos de efluentes provenientes do processo produtivo e do confinamento (curral), resíduos sólidos e orgânicos decorrentes do refeitório e da organização e limpeza da empresa. As ações recomendadas foram: Tratamento dos efluentes líquido e reaproveitamento da água tratada para lavagem do curral e implantação de lixeiras de coleta seletiva para segregação dos resíduos na empresa, realização de compostagem dos restos orgânicos, treinamento dos funcionários e implantação de programas de educação ambiental.	A FMEA possibilitou a orientação da empresa na tomada de decisão e planejamento ambiental, facilitando a construção e a reformulação de metas e programas que possibilitem o aprimoramento da gestão ambiental empresarial.
Santos e Silva (2017).	Análise da P + L adotadas pela cachaçaria Sanhaçu no seu processo produtivo.	Quatro principais práticas da P+L adotadas pela empresa: reutilização do bagaço da cana de açúcar – geração de energia (fonte de energia renovável) e composição do composto orgânico fertilizante; vinhoto também como parte da composição do composto orgânico fertilizante; reutilização da água dos alambiques para resfriamento da cachaça; parte da cachaça destilada (cauda e cabeça) é utilizada para geração de combustível para abastecimento dos veículos da empresa. Matéria prima usada para fabricação da cachaça sanhaçu é plantada e colhida em propriedade própria e sem nenhum tipo de agrotóxicos ou substâncias químicas.	- Ganhou o selo de produto orgânico do Ministério da Agricultura. - Com as estratégias de P + L além de práticas de gestão ambiental adotadas contribuiu para a empresa receber vários prêmios importantes e ser considerada a primeira cachaça orgânica certificada de Pernambuco; - Primeiro engenho do país movido por energia solar em praticamente toda sua produção, são 15 placas fotovoltaicas. - Melhoria ambiental; - Melhoria econômica; e - Melhoria Social.
Fonseca e Peres (2017).	FMEA e P+L em um abatedouro de suínos visando detectar pontos	Aspectos ambientais que apresentaram maior risco: setor de tratamento de resíduos orgânicos (efluentes, sangue animal e ossos).	- Melhoria ambiental; - Melhoria econômica.

Engenharia

	críticos ao longo da cadeia produtiva.	Ações recomendadas: substituição dos produtos químicos da estação de tratamento por micro-organismos decompositores, a compostagem e a produção de farinha e ração animal a partir dos resíduos sólidos.	
De Oliveira e Pereira (2017).	P+L nas pequenas e médias empresas de Gaspar/SC.	verificou-se que há uma falta de comunicação entre as partes (empresas e instituições do município), que não existe formação dos empresários em temáticas ambientais e quando existe, é uma formação falha. Contudo, grande parte dos empresários realiza ações de P+ L e têm interesse em participar de capacitações.	O estudo contribui para evidenciar o papel de instituições de ensino e pesquisa, como o IFSC, para trazer capacitação e orientação necessária a fim de consolidar práticas ambientais em todo o país.
Ramalho et al., (2018).	FMEA na identificação e avaliação dos aspectos e impactos ambientais no Campus João Pessoa do IFPB.	O entendimento da forma organizacional junto com o arcabouço normativo do campus trouxe subsídio para produção de um referencial sistemático das ações ambientais implementadas pelo IFPB - Campus João Pessoa.	Facilitação na implantação de um SGA na instituição, por apresentar uma técnica de fácil aplicação e baixo custo.
Bezerra et al., (2018).	FMEA no Laboratório de Química do Solo da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), em Belém-PA.	Principais problemas são: o despejo inadequado de efluentes, a má gestão de água e o descarte inadequado de resíduos, que devem ter ações corretivas prioritárias; assim como, de imediato, mudanças na postura dos profissionais quanto ao uso e gestão dos recursos laboratoriais, a fim de melhorar o processo de análises químicas.	FMEA demonstrou ser eficiente na identificação e avaliação dos riscos ambientais, nas causas e nos efeitos in loco, propondo-se ações preventivas e/ou corretivas e gerando subsídios para a implementação do SGA.
Santos, Queiroz e Neto (2018).	Identificar as técnicas adotadas e as oportunidades de P + L em um laticínio no Sul da Bahia.	As descargas de efluentes são as principais causadoras de impactos ambientais do setor de laticínios. Esses efluentes são basicamente constituídos de quantidades variáveis de leite diluído, materiais sólidos flutuantes, finos de queijo, gorduras, produtos de limpeza e esgoto doméstico, além do soro do leite. A empresa já tinha algumas ações de P+L implantadas como: Controle de recebimento de matéria-prima, estabelecendo critérios de aceitação, procedimentos operacionais, treinamento e qualificação do pessoal, CIP de limpeza, Manutenção preventiva, uso do soro para alimentação animal, utilização de água da chuva e da iogurteira entre outras.	- Melhoria econômica pela redução de custos da matéria-prima, tratamento/disposição de resíduos e/ou produtos rejeitados, redução no investimento em recursos humanos, redução dos custos com equipamentos para teste, redução no tratamento de efluentes, na conta de água entre outros.
Bauer et al., (2018).	P+L com o objetivo de identificar oportunidades de melhoria através da análise do fluxo produtivo de uma indústria madeireira do interior do Paraná, com foco para a destinação correta dos resíduos gerados.	A área identificada com oportunidade de melhoria no processo produtivo foi a que utiliza a máquina de prensa e corte, e principalmente na ação de descarte do resíduo gerado, que anteriormente era desprezado de forma não controlada. Como resultado, o referido resíduo passou a ser gerado em menores quantidades e parte dele destinado para venda à outra empresa que o utiliza para a geração de calor em uma caldeira	- Redução dos resíduos gerados; - Destinação dos resíduos para outra empresa que usa em caldeiras; - Melhoria no processo; - Melhoria econômica; - Melhoria ambiental.
Leite e Neto (2018).	Avaliação econômica da aplicação da P+L na Estação de Tratamento de Efluentes de uma empresa	O estudo demonstrou um ganho econômico de R\$ 4.994,67 por mês obtidos com um investimento de R\$ 4.560,00, demonstrando que a P+L proporciona, com pouco investimento	- Ganhos econômicos e melhorias ambientais por meio de ações direcionadas à minimização dos impactos causados ao meio ambiente

Engenharia

	brasileira do ramo metal mecânico.	inicial, resultados econômicos positivos em curto prazo por meio do uso consciente dos recursos hídricos e atendendo a legislação ambiental local que trata de efluentes industriais.	pelos processos produtivos industriais.
Silva et al., (2018).	Identificar quais as práticas de P+L usadas no plantio de melão em Petrolina – PE.	Uso de princípios da P+L na cultura mostra-se eficiente quando comparado com os sistemas tradicionais. O uso do mulching biodegradável, fertilizante na água, irrigação por gotejo, a adubação da terra com as folhas e ramos do melão, recolhimento das embalagens de fertilizantes e defensivos agrícola pelos fornecedores torna a cultura de melão sustentável.	- Melhoria econômica pela redução de custos; - Melhoria ambiental.
Bremm, Wiedenhoft e Oliveira (2019).	FMEA na avaliação da rugosidade superficial do processo de torneamento a quente, visando melhorias nesse processo no aço ABNT 1045.	Identificou-se as falhas e possíveis prevenções no equipamento de medição de temperatura, o manuseio das amostras e obtenção dos resultados do experimento. As ações recomendadas: verificação dos manuais, uso e verificação dos corretos parâmetros do equipamento e o uso adequado de material de forma a evitar choques de temperatura durante o manuseio. Os resultados coletados da superfície cilíndrica tiveram como ação recomendada uma verificação do manual do equipamento, onde o operador, responsável pela melhoria fez uma correta verificação dos parâmetros, evitando dessa forma erros decorrentes de medições.	- Melhorias nos parâmetros; - Redução das não-conformidades.
Muniz e Souza (2019).	Possibilidade de implantação da P+L em uma farmácia de manipulação do interior de São Paulo.	Identificadas oportunidades de aplicação de algumas propostas de P + L e três indicadores ambientais foram determinados para futura avaliação da eficácia da implantação dessas propostas. A partir do consumo de água, geração de resíduos e consumo de energia elétrica, foi possível a determinação de indicadores ambientais que auxiliarão no monitoramento da gestão ambiental da empresa após a implantação das práticas de P + L.	- A práticas de P+ L geraram uma base de dados para futuras ações de melhoria contínua do processo dentro da empresa.
Aires e Pimenta (2019).	FMEA na avaliação dos aspectos e impactos ambientais de um laboratório de análises físico-químico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).	Os aspectos ambientais relevantes identificados estão associados aos outputs das atividades do laboratório, como resíduos sólidos perigosos, efluente não perigosos e efluente perigoso. À vista disso, foram propostas medidas de controle dos aspectos, levando em consideração as necessidades, a estrutura organizacional e os recursos financeiros.	- Melhoria no laboratório pela adoção das ações recomendadas; - Baixo custo na implementação das medidas; - Melhor controle dos aspectos ambientais.
Neto et al., (2019).	Avaliar se a economia e vantagens ambientais advindas da adoção da P + L na indústria têxtil contribuiu para os objetivos de Desenvolvimento Sustentável	Concluiu-se que sim, que a adoção de práticas de P+L nas indústrias têxteis brasileiras por meio da inovação tecnológica possibilita destacar ganhos econômicos e ambientais relativos aos objetivos de Desenvolvimento Sustentável com redução do consumo de energia, desperdício de material devido a substituição de máquina e	- Ganhos econômica; - Melhoria ambiental.

Engenharia

		com isso a redução de resíduos gerados.	
Carneiro e Souza (2020).	Analisar uso das estratégias focadas na ecoeficiência e a P+L realizada pelas organizações, verificando a questão ambiental, se as empresas investem na reciclagem de materiais, retirando o mínimo possível dos recursos da natureza para diminuir possíveis impactos ambientais.	Compreende-se que apesar do desconhecimento acerca do significado da ecoeficiência por parte dos gestores, algumas das práticas já são adotadas e foi possível observar redução de desperdícios e melhoras no funcionamento das empresas estudadas	- Melhorias no funcionamento da empresa e redução de desperdícios. - Melhoria econômica.
Junior, Silva e Hermosilla (2020).	FMEA em um processo de fabricação de uma empresa de grande porte do segmento metal mecânico.	Durante o processo de desenvolvimento do FMEA, a ferramenta foi além do esperado, revelando modos de falhas em potencial, antes não documentadas e formalizadas, contribuindo com a melhoria do processo e principalmente mostrando que uma ação pode ocasionar grandes efeitos ao cliente e também ao próprio fabricante.	- Melhoria do processo; - Satisfação do cliente e do fabricante; -Facilitação na identificação das falhas potenciais e orientação ao gestor nas tomadas de decisões.
Hoeckesfeld et al., (2021).	Analisar a implementação de P + L na indústria de pisos de madeira localizada na cidade de Alta Floresta, MT	Evidenciaram a insuficiência no comprometimento gerencial	- Com a adoção da ferramenta o principal benefício é o melhoramento econômico.
Varella, Oliveira Neto e Sousa (2021).	Avaliação dos benefícios ambientais e econômico da P + L no reaproveitamento de resíduos gerados no processamento da pupunha	constatou que o uso da P + L aumentou o conhecimento teórico sobre o tratamento e o uso dos resíduos, reduziu o impacto ambiental, permitiu o desenvolvimento de um novo negócio e gerou ganhos econômicos através da criação de emprego e aumento de renda.	- Aumento do conhecimento teórico sobre o tratamento e o uso dos resíduos, - Melhoria ambiental; - Ganhos econômicos.
Dos Santos et al., (2021).	Identificar pontos críticos e oportunidades de melhorias ambientais na indústria cosmética do sul da Bahia com base nos princípios da P + L.	O consumo de matéria-prima e a geração de resíduos sólidos foram aspectos com pontos mais críticos. A rejeição de materiais e a destinação inadequada de resíduos sólidos (tambores de óleo, paletes, entre outros), bem como a substituição de matérias-primas por fontes alternativas e renováveis, implantação da logística reversa e redesenho do processo de embalagem foram as oportunidades de melhoria buscadas. Outros pontos críticos estavam relacionados ao consumo de água, energia e geração de gases atmosféricos.	- Ganhos de produtividades; - Ganhos econômicos; - Melhoria ambiental.

Em uma visão geral, pode-se identificar nas publicações selecionadas a importância do uso das ferramentas de qualidade nos mais variados setores visando a identificação dos pontos críticos do empreendimento para prevenção ou correção dos mesmos e com isso alcançarem melhores resultados com a

diminuição dos custos pela redução dos impactos, do uso de insumos de maneira incorreta, da geração de resíduos e assim alcançar melhorias para todos, funcionários, empresa, meio ambiente e sociedade em geral, possibilitando a empresa se manter competitiva, lucrativa e em crescimento dentro de um conceito



Engenharia

sustentável. Todas ressaltaram retornos positivos após sua adoção, seja com o uso das ferramentas FMEA ou P + L de forma individualizada ou integrada.

Em relação ao gerenciamento de resíduos, ressaltam a preocupação com os resíduos provenientes de suas atividades e visam o uso dessas ferramentas para identificar onde podem melhorar com relação a redução de produção dos mesmo e no aproveitamento ao máximo destes para o descarte do mínimo possível, carro chefe da metodologia P+L Limpa, reduzindo seus custos no gerenciamento e no impacto gerado ao meio ambiente. As publicações chama a atenção para os Resíduos Sólidos, o que fortalece a necessidade de um Plano de Gerenciamento de Resíduos - PGR que de acordo com a Resolução RDC N° 306 de 7 de dezembro de 2004 é o documento que aponta e descreve as ações relativas ao manejo dos resíduos sólidos, observadas suas características e riscos, no âmbito dos estabelecimentos, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações de proteção à saúde pública e ao meio ambiente (BRASIL - ANVISA, 2004). Porém pôde ser observado que muitos gestores não tem conhecimento sobre as ferramentas aplicadas o que dificulta a adoção do que não sabem, sendo necessário treinamento e sensibilização de todos os envolvidos, pois infelizmente mudanças geram um certo bloqueio dos funcionários em aderir esses novos conceitos que devido terem que conhecer para poder entender a funcionalidade, devem aprender a identificar as falhas que estão ocorrendo no processo para ajudarem a organização na identificação dos aspectos e impactos que aquele processo ou projeto está oferecendo e assim agir visando extingui-lo ou minimiza-lo. A organização descobrindo seu ponto crítico e realizando sua correção pode pensar em licenciamento ambiental, selo de

certificação, SGA entre outros, mantendo-se proativa econômica e ambientalmente sustentável.

Um fator observado nos trabalhos lidos é a manifestação das empresas em executarem suas atividades dentro de um compromisso com o Meio Ambiente. Percebeu-se que os atores envolvidos manifestam preocupação com o Meio Ambiente, onde alguns empreendimentos já fazem o uso mesmo que sem ter conhecimento de algumas técnicas de P + L e outras demonstraram interesse em adotar essas técnicas em prol de seus interesses empresariais, do Meio Ambiente e da manutenção da qualidade de vida das gerações futuras.

Com essas atitudes relatadas nas publicações em relação à preocupação com o meio ambiente os gestores atuam dentro dos parâmetros corretos ambientais e livram-se de punições previstas na Lei ambiental n° 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências, onde em seu Art. 3° diz que as pessoas jurídicas serão responsabilizadas administrativa, civil e penalmente conforme o disposto nesta Lei, nos casos em que a infração seja cometida por decisão de seu representante legal ou contratual, ou de seu órgão colegiado, no interesse ou benefício da sua entidade. Em seu Art. 21. retrata que as penas aplicáveis isolada, cumulativa ou alternativamente às pessoas jurídicas, de acordo com o disposto no art. 3°, são: multas, restritivas de direitos; prestação de serviços à comunidade. Em seu Art. 22. as penas restritivas de direitos da pessoa jurídica são: suspensão parcial ou total de atividades; interdição temporária de estabelecimento, obra ou atividade; proibição de contratar com o Poder Público, bem como dele obter subsídios, subvenções ou doações. Mais especificamente na Seção III que trata da poluição e outros crimes ambientais em seu art. 54. Diz que causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em



Engenharia

danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora: pena - reclusão, de um a quatro anos, e multa e se o crime for culposo, a pena é de detenção, de 6 meses a 1 ano, e multa. Destacando que no § 2º Se o crime, inciso V- ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos a pena é de reclusão de 1 a 5 anos.

5. Considerações finais

O presente artigo analisou produções científicas acerca da aplicação das ferramentas FMEA e Produção Mais Limpa no levantamento dos aspectos e impactos ambientais e gerenciamento de resíduos nas diversas áreas de produção publicada em artigos entre 2015 a 2021. As publicações encontradas possibilitaram afirmar que as ferramentas FMEA e P+L são usadas de maneira eficiente em empreendimentos diversificados e demonstraram resultados satisfatórios relacionados ao que as empresas buscavam com a sua aplicação que consiste basicamente em se manterem ativa, competitivas, dentro dos parâmetros ambientais, reduzindo seus custos, detectando os impactos que o seu processo produtivo oferece e possibilitando minimiza-los, demonstrando uma produção responsável, preocupada com o Meio Ambiente, com seus funcionários e com a imagem da instituição. Muitas já adotam algumas técnicas de P+L (mesmo sem saberem), que visam melhorias ao empreendimento e outras organizações se mostraram interessadas em conhecer e adotar essa metodologia, entendendo que toda mudança gera um certo desconforto aos funcionários e mesmo aos gestores, por ser novo, desconhecido e requerer investimento, porém são ferramentas de baixo custo e risco de implantação e que possibilita retorno rápido de adequação e

subsídio para implementação de um SGA visando uma reposta positiva e uma imagem conceituada diante dos órgãos competentes, do mercado e da sociedade. É um tema importante, de alta relevância, porém o uso integrado dessas ferramentas ainda é escasso o que demonstra a necessidade de ampliação de busca para além de artigos, tcc, dissertações, revista entre outros, em outras bases de dados, além de despertar ainda mais o interesse por esta área visando ainda mais estudos dentro deste tema com o uso das ferramentas integradas entre si e com outras que possam contribuir na orientação dos seus gestores na tomada de decisões.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. Os autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

- ___Constituição (1998). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: senado, 1988.
- ___Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da união, Brasília, DF, Coluna 1, 16509 p.
- ___Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm> Acesso em: 17 de julho 2021.
- ___Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n. 306/2004 da agência Nacional de Vigilância Sanitária. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde, 2004.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14.000 – ISO 14000 Série de normas de Sistema de gestão ambiental. ABNT, 2004. Disponível em:



Engenharia

<<https://www2.videolivriaria.com.br>>. Acesso em: 12 de março de 2021.

AIRES, C.F., PIMENTA, H. C. D. Environmental aspect and impact assessment across a physical-chemical laboratory through FMEA. **HOLOS**, Ano 35, v.8, e9189, 2019. DOI: 10.15628/holos.2019.9189

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14.001:2015 – ISO 14001:2015 atualizada. Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso. ABNT, 2015. Disponível em: <<http://gtechsolucoes.com.br/wp-content/uploads/2018/02/Norma-ISO-14001.pdf>>. Acesso em: 06 de março de 2021.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental e empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

BARBOSA, M. F. N.; LIMA, A. F. A. Avaliação da aplicação da ferramenta de Produção Mais Limpa em laboratório de Anatomia patológica e Citologia: Um estudo de caso em um Hospital Universitário. **XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, João Pessoa/PB, out.2016.

BAUER, A. C.; FAGUNDES, A. B.; BEUREN, F. H.; PEREIRA, D.; Junior, M. C. P. Aplicação da produção mais limpa como processo de melhoria na produção de pisos laminados: um estudo de caso. **VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**, Ponta Grossa – PB, dez. 2018.

BEZERRA, K. C. A.; DIAS, Y. N.; ALVES, R. J. M.; FILHO, H. R. F.; PONTES, A. N. FMEA como subsídio para a implementação do sistema de gestão ambiental em laboratório da UFRA. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.7, p.149-157, 2018.

BRAND, F. A.; DALMOLIN, C.; JUNIOR, X. L. T.; PACHEKOSKI, W. M. Avaliação da metodologia FMEA como ferramenta para reduzir impactos ambientais no processo manutenção industrial. **Rev. Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.10, n.10, p. 2081– 2090, jan./abr. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/223611707447>.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. In: Resoluções, 1996. Disponível em: Disponível

Scientia Amazonia, v. 10, n.3, E1-E23, 2021
Revista on-line <http://www.scientia-amazonia.org>
ISSN:2238.1910

em: <<http://www.mma.gov.br/port1conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 08 de março 2021.

BREMM, L. B.; WIEDENHOFT, A. G.; OLIVEIRA, A. S. FMEA como ferramenta para análise de falha de um produto – Avaliação da rugosidade superficial. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 14, n. 2, p. 17-35, 2019.

BRONSTRUP, D. E.; MORAES, J.; BRUM, T. M. M.; SILVA, A. L. E. Proposta de implantação de P+L em um frigorífico de suínos de grande porte: Estudo de caso. **XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, ago. 2015.

CAETANO, L. C.; LOBOSCO, A.; ARCARI, C.V. **Implantação da Ferramenta da Qualidade FMEA (Análise de modos e efeitos da falha) no processo de fabricação de medicamentos orais sólidos em uma indústria farmacêutica veterinária**. Anais do IV SINGEP, São Paulo – SP, nov. 2015.

CARNEIRO, P. F. G.; SOUZA, J. A. C. Ecoeficiência e a Produção Mais Limpa: Uma nova visão organizacional. **X Congresso de Engenharia de Produção**, evento on-line, dez. 2020.

CASOTTI, R. F.; BATISTA, B. C.; FREITAS, R. R. Análise dos elos produtivos e aplicação do Método de Análise dos Modos e Efeitos de Falhas (FMEA) na pesca artesanal do Norte do Espírito Santo, Brasil. **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v.17, n. 4, p. 1111-1133, 2017.

Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL. **Implementação de Programas de Produção Mais Limpa**. Porto Alegre: SENAI – RS/UNIDO/INEP, 2003.

CEREZINI, M. T.; AMARAL, K. M.; POLLI, H. Q. Avaliação dos aspectos e impactos ambientais em uma instituição de ensino com o uso da ferramenta FMEA. **Revista InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade** - Vol. 11 n. 1, jun. 2016.

DE OLIVEIRA, J. A.; GUARDIA, M.; QUEIROZ, G. A.; COBRA, R. L. R. B.; OMETTO, A. R.; DE OLIVEIRA, O. J. Identificação dos benefícios e dificuldades da Produção Mais Limpa em empresas industriais do Estado de São Paulo. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.15, n. 2, p.458-481, abr./jun. 2015.

DE OLIVEIRA, L. M.; PEREIRA, G. R. Produção Mais Limpa em empresas de Gaspar/SC: Um estudo de caso. **HOLOS**, Ano 33, Vol. 07, 2017. DOI: 10.15628/holos.2017.5479.



Engenharia

DELATORRE, A. B.; SANTOS, L. A.; LIMA, R. F.; AGUIAR, C. J.; HUZIWARA, E. Gerenciamento de resíduos químicos: Uma proposta de implementação em Laboratório de Ensino. **1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais – IBEAS.** Gramados – RS, 2018.

DOS SANTOS, M. A.; SOARES, B. B.; SOUSA, L. F.; ALVES, E. C. Cleaner Production alternative for a cosmetics industry in Southern Bahia. 2021. **Independent Journal of management & production.** <http://www.ijmp.jor.br> v. 12, n. 4, May-June 2021. DOI: 10.14807/ijmp.v12i4.1345.

FEROLDI, A. P. **Gerenciamento de Resíduos utilizados em aulas práticas de química.** MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO, Medianeira, 2014.

FONSECA, J. M.; PERES, A. P. Application of Cleaner Production tools and Failure Modes and Effects Analysis in pig slaughterhouses. *Bol. Ind. Anim. Nova Odessa*, v. 74, n. 2, p. 105 – 115, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.17523/bia.v74n2p105>.

FORNO, M. A. R. D. **Fundamentos em gestão ambiental** – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 86 p. 2017.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 23, 1, p. 183-184, 2014.

HERZER, E.; ROBINSON, L. C.; NUNES, F. L. Simbiose industrial e produção mais limpa como estratégias de gestão ambiental. **Revista Ingeniería Industrial**-Año 16 n. 3: 273-288, 2017.

HOECKESFELD, L.; CALDART, A. F.; MORAIS, V. A.; NETO, A. B. M. A implementação da estratégia de produção mais limpa em uma indústria de pisos de madeira. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.7, p.65503-65511, jul. 2021.

JUNIOR, A. O.; SILVA, E. C.; HERMOSILLA, J. L. G. Um estudo de aplicação do método FMEA: pesquisa-ação em um processo de fabricação de uma empresa de grande porte do setor metal mecânico. *Braz. J. of Bus.*, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 1898-1912, jul./set. 2020.

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews.** Eversleigh: Keele University Technical Report, 2004.

LEITE, R. R.; NETO, G. C. O. Avaliação econômica da aplicação da Produção Mais Limpa em uma estação de Tratamento de Efluentes: Estudo de caso em uma

Scientia Amazonia, v. 10, n.3, E1-E23, 2021

Revista on-line <http://www.scientia-amazonia.org>

ISSN:2238.1910

empresa metal mecânico. **Revista Produção Online.** Florianópolis, SC, v. 18, n. 4, p. 1445-1469, 2018.

MACIEL, D. S. C.; FREITAS, L. S. Utilização do método FMEA na identificação e análise de impactos ambientais: o caso de uma empresa produtora de embalagens flexíveis. **VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental** Campina Grande/PB – nov. 2016.

MCDERMOTT, R; MIKULAK, R; BEAUREGARD, M. **The basics of FMEA.** 2.ed. New York: Productivity Press, 2009.

MENDONÇA, J. M. S.; SILVA, R. G. Aspects and environmental impacts of biology laboratory. **HOLOS**, v.31, ed. 8. p. 368 – 383, 2015. DOI: 10.15628/holos.2015.2297.

MORAIS, L. S.; BORGES, K. K.; RIBEIRO, V. N.; MENDES, A. F. Aplicação da ferramenta FMEA para reduzir impactos ambientais: Um estudo de caso em uma empresa localizada em Mossoró/RN. **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Fortaleza/ CE, out. 2015.

MUNIZ, D. C. G.; SOUZA, A. M. G. F. Produção Mais Limpa como princípio para a Gestão Ambiental em Farmácias de Manipulação. **IX Congresso de Engenharia de Produção**, Ponta Grossa-PB, dez. 2019.

NAKANO, D.; MUNIZ, Jr. J. **Writing the literature review for an empirical paper.** *Production*, v. 28, São Paulo, 2018.

NARA, E. O. B.; SEHN, K. T.; GERHARD, G.; MORAES, J. A. R.; SILVA, A. L. E. Aplicação da metodologia de Produção Mais Limpa em um processo de rotomoldagem como uma ferramenta sustentável aplicada à segurança do trabalho. **Exacta** – EP, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 269-278, 2015.

NETO, G. C. O.; CORREIA, J. M. F.; SILVA, P. C.; SANCHES, A. G. O.; LUCATP, W. C. Cleaner Production in the textile industry and its relationship to sustainable development goals. **Journal of Cleaner Production**, v. 228, p. 1514-1525, 2019.

PACHECO, J. R. **Gerenciamento de resíduos em laboratórios interdisciplinar de ensino e pesquisa: Proposta de um material didático.** Volta Redonda: UniFOA, 2014.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática.** 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

PIMENTA, H.C.D.; GOUVINHAS, R.P. **A Produção Mais Limpa como ferramenta da**



Engenharia

sustentabilidade empresarial: um estudo no estado do Rio Grande do Norte. V. 22, n.3, p. 462-476, mai/ago.2012.

PNUMA – **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.** A produção mais limpa e o consumo sustentável na América Latina e Caribe. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo, 2005.

PONTES, R. S.; FREITAS, L. S.; MACIEL, D. S. C. Análise dos modos e efeitos de falhas (FMEA): Um estudo dos serviços odontológicos de um posto de saúde em queimadas – PB. **VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental** Campina Grande/PB, nov. 2016.

RAMALHO, J. S.; SILVA, A. L.; ANDRADE, R. W. N.; DUARTE, M. D. D. C. Análise de falhas e riscos ambientais: o uso da ferramenta FMEA na identificação e avaliação dos aspectos e impactos ambientais no campus João Pessoa do IFPB. **IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental** São Bernardo do Campo/SP, nov. 2018.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: oficina de textos, 2006.

SANTOS, F. F.; QUEIROZ, R. C. S.; NETO, J. A. A. Avaliação da aplicação das técnicas da Produção Mais Limpa em um laticínio no Sul da Bahia. **Gestão de Produção**, São Carlos, v. 25, n. 1, p. 117-131, 2018.

SANTOS, J. G.; SILVA, Y. D. T. Práticas de gestão ambiental e Produção Mais Limpa. Uma análise do

processo produtivo da cachaça Sanhaçu. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v.3, n.3, p.1-17, dez. 2017.

SILVA, B. M.; ANDRADE, C. S.; CRUZ, L. M. O.; CRUZ, L. M. O. Análise e aplicação do FMEA em um frigorífico na região de Coxim – MS. **VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental** Campo Grande/MS, nov. 2017.

SILVA, E. P.; CHAGAS, R. L.; AVELAR, R. J.; SILVA, R. H. FMEA: Aplicação da ferramenta de qualidade de processo produtivo do iogurte em um laticínio de pequeno porte. **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Fortaleza/CE, out. 2015.

SILVA, M. F.; SILVA, C. N. O.; RIBEIRO, A. R. B.; CORREIA, R. C.; ARAÚJO, J. L. P. Produção Mais Limpa na cultura do melão em Petrolina – PE: Uma parceria entre a Embrapa Semiárido e os produtores locais. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 16, número suplementar, p. 37- 41, 2018.

STERSI, M. A.; RITO, P. **Gestão de riscos à qualidade: manual prático para uso da ferramenta FMEA em processos farmacêuticos.** Rio de Janeiro: Fiocruz/Farmanguinhos, 39p. 2019.

TOLEDO, J.C. De.; AMARAL, D. C. **FMEA: Análise do Tipo e Efeito de falha.** Grupo de Estudo em Qualidade. UFSCAR, São Paulo, 2010.

VARELLA, W. A.; OLIVEIRA NETO, G. C.; SOUSA, T. B. Adoção de produção mais limpa em uma fábrica de palmito pupunha: Um Sistemática de Revisão Literatura e um estudo de caso. **Food Sci. Technol**, Campinas, Ahead of Print, 2021.