

**ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E MEIO AMBIENTE  
ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE**

**MATHEUS BAPTISTA MALTA**

**Melhoria de Indicadores Ambientais com  
a Utilização de Metodologias Ágeis**

**UNIVERSIDADE  
FEDERAL  
FLUMINENSE**

**NITERÓI, RJ  
2023**

MATHEUS BAPTISTA MALTA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente, da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador (a):  
Prof. Dr. Geraldo André Thurler Fontoura

Niterói, RJ  
2023

**Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Engenharia e Instituto de Computação da UFF**

Ficha catalográfica automática - SDC/BEE  
Gerada com informações fornecidas pelo autor

M261m Malta, Matheus  
Melhoria de Indicadores Ambientais com a Utilização de  
Metodologias Ágeis / Matheus Malta. - 2023.  
41 f.: il.

Orientador: Geraldo Thurler Fontoura.  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)-Universidade  
Federal Fluminense, Escola de Engenharia, Niterói, 2023.

1. Lean. 2. Relatório de Sustentabilidade. 3.  
Sustentabilidade Corporativa. 4. Produção intelectual. I.  
Thurler Fontoura, Geraldo, orientador. II. Universidade  
Federal Fluminense. Escola de Engenharia. III. Título.

CDD - XXX

Bibliotecário responsável: Debora do Nascimento - CRB7/6368


MATHEUS BAPTISTA MALTA

**MELHORIA DE INDICADORES AMBIENTAIS COM A UTILIZAÇÃO DE  
METODOLOGIAS ÁGEIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente, da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Aprovada em 14 de julho de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 GERALDO ANDRÉ THURLER FONTOURA  
Data: 14/07/2023 14:33:58-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

Prof. Geraldo André Thurler Fontoura, D.Sc. – UFF (Orientador).

james  
test-3

Assinado de forma  
digital por james test-3  
Dados: 2023.07.17  
17:31:30 -03'00'

---

Prof. James Hall, D.Sc – UFF

Gabriela  
Breia

Assinado de forma digital  
por Gabriela Breia  
Dados: 2023.07.16  
10:39:22 -03'00'

---

Eng. Gabriela Carvalho Breia, M. Sc.

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha família e aos amigos e colegas de trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que compartilharam momentos comigo durante a jornada

À minha mãe Fátima e à toda a minha família que me proporcionaram condições para que eu conseguisse cursar a graduação.

Ao meu orientador, Geraldo Thurler, pela enorme paciência, pelos ensinamentos e pelas provocações ao longo do curso e por toda disponibilidade durante a orientação no projeto.

Aos colegas de curso, que me apoiaram e certamente tornaram essa trajetória mais leve.

Aos meus amigos e em especial: a Mariah Valentim, Gabriel Gonçalves, Rafael Franco, Beatriz Cabral, Jorge Lourenço, Samuel Duarte, Raphael Esquenazi, Arthur Oliveira, Maria Rocha, João Rallo e Roberta Coutinho, por todo apoio, provocações, amizade, ensinamentos, amor e carinho incondicional ao longo desses anos de graduação que colaboraram para formar o ser humano que sou hoje.

Aos meus amigos que comigo tiveram grandes desafios, frustrações e vitórias no Diretório Acadêmico de Engenharia Ambiental, no Diretório Acadêmico das Engenharias e Desenho Industrial, na Associação Atlética Acadêmica Pio Orlando e no Projeto de extensão Ecorráuze. Sou agradecido e realizado por ter contribuído positivamente com todos esses grupos. Parte da pessoa e do profissional que sou hoje se deve aos anos em que me dediquei a esses projetos e organizações estudantis

Aos meus colegas de trabalho na TechnipFMC, em especial a Larissa Cristina e todo o time de HSE. Por terem investido em mim e por terem me apresentado a metodologia Lean. Agradeço também aos amigos da OceanPact, principalmente ao Fernando Schmidt.

À Universidade Federal Fluminense por todo o aprendizado, pela formação e por me tornar um indivíduo melhor.

Por fim, a todos que participaram de alguma maneira na minha vida para que eu pudesse chegar até aqui.

*“O universo não vê bem, não vê mal, ele vê vontades.  
Que a minha vontade seja maior que a dos meus inimigos”*

*Abebe Bikila, BK*



## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto das metodologias ágeis nos indicadores ambientais nas organizações. A pesquisa foi realizada com abordagem qualitativa, por meio de estudos de casos que adotaram metodologias ágeis em seus processos de desenvolvimento de projetos e produção. Ao adotar práticas de melhorias contínuas, as organizações diminuíram o desperdício de recursos e, posteriormente, obtiveram indicadores ambientais mais sustentáveis. A utilização das ferramentas ágeis utilizadas em ampla escala nas organizações viabilizou a implementação, reduzindo o tempo de desenvolvimento dos projetos e, conseqüentemente, o consumo de recursos. Pelos casos estudados foi possível concluir que a adoção de metodologias ágeis pode ser uma estratégia eficaz para empresas que buscam melhorar seus indicadores ambientais, ao mesmo tempo em que aumentam sua eficiência e competitividade no mercado.

**PALAVRAS – CHAVE:** Lean. Indicadores Ambientais, Relatório de sustentabilidade. Sustentabilidade Corporativa.

## **ABSTRACT**

This work aimed to evaluate the impact of agile methodologies on environmental management in organizations. The research was produced with a qualitative approach, through case studies that adopted agile methodologies in their project development and production process. By adopting improvement practices, organizations reduced resource waste and subsequently obtained more sustainable environmental indicators. The use of agile tools widely used in organizations made implementation viable, reducing project development time and consequently resource consumption. It was possible to conclude that the adoption of agile methodologies can be an effective strategy for companies looking to improve their environmental indicators, while increasing their efficiency and competitiveness in the market.

**KEYWORDS:** Agile methodologies. Lean. Environmental indicators. Sustainability report. Corporate Sustainability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Linha de produção de Ford.....	32
Figura 2: Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável .....	39
Figura 3: Tripé da sustentabilidade.....	44

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Práticas de gestão ambiental.....	41
Tabela 2: Impactos Ambientais Associados com Resíduos de Fabricação ....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3P – Processo de Preparação da Produção

EPA – *Environmental Protection Agency*

ESG – *Environmental, Social and Governance*

GRI – *Global Reporting Initiative*

JUST-IN-TIME – Produção sem estoque

KAIZEN – Melhoria contínua

KANBAN – Quadro de visualização

LEAN THINK – Pensamento lean

MIT – *Massachusetts Institute of Technology*

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

TRIPLE-BOTTON-LINE – Tripé da sustentabilidade (Social, Ambiental e Financeiro)

TPS – *Toyota Production System*

UICN – *International Union for Conservation of Nature*

WWF – *World Wildlife Fund*

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>29</b>
2.1.	OBJETIVO GERAL .....	29
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
<b>3.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>30</b>
3.1.	DEFINIÇÕES DE TERMOS RELEVANTES AO ESTUDO.....	30
3.1.1.	<i>Revolução industrial</i> .....	30
3.1.2.	<i>Taylorismo</i> .....	30
3.1.3.	<i>Fordismo</i> .....	32
3.1.4.	<i>Sistema Toyota de Produção</i> .....	33
3.1.5.	<i>Sistema de Produção Enxuta ou Lean Production</i> .....	34
3.1.6.	<i>Ferramentas de metodologias ágeis</i> .....	35
3.2.	MARCOS AMBIENTAIS AO LONGO DA HISTÓRIA.....	36
3.2.1.	<i>Clube de Roma</i> .....	36
3.2.2.	<i>Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1987)</i> .....	37
3.2.3.	<i>Rio 92</i> .....	38
3.2.4.	<i>Rio+20</i> .....	38
3.2.5.	<i>Agenda 2030 e ODS</i> .....	39
3.2.6.	<i>ESG: Environmental, Social and Governance</i> .....	40
3.3.	QUALIDADE E SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL.....	40
3.3.1.	<i>Sistema de gestão ambiental (SGA)</i> .....	40
3.3.2.	<i>A norma ISO 14001</i> .....	41
3.3.3.	<i>Gestão de qualidade</i> .....	42
3.4.	INDICADORES AMBIENTAIS E A SUA RELEVÂNCIA .....	43
3.5.	SUSTENTABILIDADE.....	44
3.5.1.	<i>Sustentabilidade corporativa (Relatório de Sustentabilidade)</i> .....	44
<b>4.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>45</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>50</b>
<b>7.</b>	<b>SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....</b>	<b>51</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>52</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A preservação do meio ambiente tem se tornado um assunto cada vez mais importante para a sociedade moderna. A busca por soluções sustentáveis tem sido o objeto de estudos e pesquisas em uma variedade de campos do conhecimento. Neste contexto, as metodologias ágeis estão ganhando destaque, principalmente devido ao fato de elas poderem mudar a forma operacional das organizações. A adoção de técnicas ágeis tem se mostrado uma abordagem promissora para a gestão ambiental.

As metodologias ágeis são métodos de gerenciamento e implementação de projetos adaptáveis que se moldam às necessidades das empresas, segundo MACIEL (2014), e que atualmente pode ser implementada em vários setores empresariais como produção e gestão. A capacidade de lidar com mudanças ao longo do processo produtivo é uma característica importante das metodologias ágeis. Isso permite que a empresa reaja rapidamente às restrições ambientais ou às mudanças no mercado.

Alguns estudos investigam os efeitos das metodologias ágeis na gestão ambiental. O objetivo destes estudos é determinar como as práticas ágeis podem impactar positivamente em alguns indicadores ambientais, como economia de energia e a redução de emissão de gases poluentes. Em (EPA, 2003), é observado que as metodologias ágeis fornecem uma base para a implementação de programas de gerenciamento ambiental, e essas práticas podem ter um impacto positivo nos indicadores ambientais.

Uma vantagem relacionada as metodologias ágeis aplicadas à gestão ambiental é que elas permitem que as equipes encontrem maneiras de melhorar seu desempenho de maneira enxuta. Os projetos ágeis permitem mudanças rápidas, o que permite um monitoramento mais eficiente dos indicadores ambientais e o alcance mais rápido dos objetivos de gestão ambiental da empresa. (JABBOUR, 2013)

A implementação de métodos de análise de ciclo de vida e de ecoeficiência é um componente crucial da implementação de metodologias ágeis na gestão ambiental. Essas abordagens permitem uma avaliação aprofundada do impacto que os bens e os serviços da empresa têm no meio ambiente, bem como a identificação de oportunidades de melhoria contínua. A aplicação dessas técnicas é essencial para

a busca da ecoeficiência, que visa maximizar a geração de valor ao mesmo tempo em que minimiza os efeitos ambientais negativos.

A adoção de métodos ágeis de gestão ambiental necessita de uma mudança na cultura da empresa como (DE ARAUJO, 2006) cita. É essencial que as equipes estejam envolvidas no assunto e recebam treinamento nas habilidades e ferramentas necessárias para implementar práticas ágeis. Além disso, as empresas devem compreender a importância da gestão ambiental no cenário atual de mudanças climáticas e sustentabilidade, e devem investir em recursos e tecnologias para tornar seus processos mais eficientes e menos prejudiciais ao meio ambiente.

As organizações comerciais, principalmente as indústrias, são cruciais para serem porta vozes de grandes transformações, devido ao seu alcance e à representatividade. Com isso, elas podem influenciar positivamente com mudanças de pensamentos, filosofias e comportamentos em setores completamente distintos do seu e sendo um exemplo de gestão que transpassa qualquer diferença de segmento. Com isso, essas características permitem que essas empresas sejam plataformas para a difusão de valores relacionados à sustentabilidade. Ao mesmo tempo em que precisam de mudanças para continuar existindo e contribuir para uma sociedade mais sustentável, medindo e reduzindo seus impactos ambientais, essas organizações também são capazes de servir de veículo para a transmissão desses valores. Dentro desse mercado, vêm sendo desenvolvidos e explorados novos instrumentos e ferramentas, mas ainda são necessários estudos mais aprofundados para auxiliar na compreensão da aplicação de metodologias ágeis nas organizações comerciais e nos benefícios que eles podem trazer para a proteção ambiental.

Portanto, o desenvolvimento deste tema pode ser justificado pela possibilidade de avaliar se as metodologias ágeis podem ter um impacto positivo no desempenho dos indicadores ambientais das empresas.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

- O objetivo geral deste trabalho é analisar as metodologias ágeis e sua aplicação nas organizações de maneira ampla e se as melhorias obtidas pela implementação desta metodologia podem impactar positivamente nos indicadores ambientais.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Realizar uma pesquisa bibliográfica, de forma a identificar exemplos relacionados com as metodologias ágeis e a melhoria de indicadores ambientais.
- Também com base na literatura, discutir a aplicação dos métodos ágeis e a sua relevância para o desenvolvimento e a melhoria dos indicadores ambientais.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA**

#### **3.1. Definições de termos relevantes ao estudo**

Neste item serão apresentados e discutidos alguns termos importantes para o entendimento do tema central deste trabalho, ou seja, os métodos ágeis e a sua relevância para os indicadores ambientais, resultantes de pesquisa bibliográfica específica realizada.

##### **3.1.1. Revolução industrial**

Um dos grandes marcos da História foi o período da Revolução Industrial, que foi caracterizado pelo advento da máquina a vapor na indústria têxtil e da locomotiva. Com ela se tornou possível pela primeira vez a produção em massa de peças idênticas, na Inglaterra no século XVIII. Milan Marcos cita que na Revolução Industrial surgiu o setor de qualidade e a função de inspetor para assegurar a qualidade dos produtos. Na época era feita a verificação visual e mecânica de cada item individualmente e a manutenção era aplicada de forma corretiva. (MILAN, 2022)

A Administração começou a ser uma unidade independente de conhecimento na época da Revolução Industrial. Nessa fase da história as primeiras fábricas modernas começaram a implementar diversos conceitos que futuramente se tornariam mundiais. Dentre esses conceitos, pode-se destacar a divisão do trabalho cujas vantagens foram destacadas por Adam Smith. Apesar de Smith não ser o inventor da divisão do trabalho, a Revolução Industrial teve o papel de disseminar a prática. (MAXIMIANO, 2002)

A origem da visão de gestão da manufatura iniciou, portanto, no século XVIII com o trabalho de Adam Smith. Smith sugere dividir as tarefas de trabalho em atividades menores e ter trabalhadores especializados nestas atividades para que estes conquistassem maior habilidade e eficiência trabalho. (PARO, 2016)

##### **3.1.2. Taylorismo**

No início do século XX surgiu nos Estados Unidos um novo sistema criado por Frederick Taylor, o Taylorismo, ou como era conhecido também como Administração Científica. Neste novo sistema de produção, o foco era dividir o processo produtivo

com trabalhadores capacitados e uma gerência controlando todo o processo com estoque promovendo o aumento da produtividade dos colaboradores e da sua eficiência. A Administração Científica influenciou não só o seu país de origem, como também a Europa e o Japão, onde foram observadas melhorias na qualidade e na eficiência dos processos. (GORDILLO, 2016)

Taylor dá continuidade ao trabalho de Adam Smith, com o estudo dos métodos científicos. Neste período são desenvolvidas diversas técnicas e ferramentas. O termo Gestão da Produção disseminado em torno de 1930 e 1950. (PARO, 2016)

Frederick Taylor promoveu o movimento da administração científica. Em especial, os princípios e as técnicas criadas nesse movimento proporcionaram o aumento da eficiência dos trabalhadores por meio da racionalização do trabalho. Em sua filosofia de administração, Taylor citou quatro princípios. O Primeiro era de que o objetivo da boa administração era realizar os pagamentos de altos salários e ao mesmo tempo ter baixos custos de produção. O segundo objetivo era a administração aplicar métodos de pesquisas para determinar a melhor maneira de executar as tarefas estabelecidas. O objetivo terceiro era que os empregados deveriam ser selecionados cientificamente e ser devidamente treinados, de maneira compatível com as funções que cada empregado iria exercer. O quarto pilar era a implementação de um ambiente de trabalho íntimo, cordial e cooperativo entre a administração e os trabalhadores, e com isso garantir um ambiente psicologicamente favorável à aplicação de todos os princípios. (MAXIMIANO, 2002)

O Taylorismo transpassou a esfera organizacional produtiva, estando presente na sociedade nos setores social e científico. Outro marco desse período histórico foi a fortificação da Engenharia de Produção como área de conhecimento e especialização acadêmica. (ZILBOVICIUS, 1997)

Em seu livro *Princípios de administração científica*, de 1911, Taylor demonstrou a distinção entre a filosofia (conjunto de princípios) e as técnicas (mecanismos) da administração científica. Ou seja, as técnicas da eficiência eram a forma de colocar em prática os princípios da administração científica. Para o autor era uma revolução mental e uma maneira revolucionária para encarar o trabalho e as suas

responsabilidades em relação à empresa e aos demais trabalhadores. (MAXIMIANO, 2002)

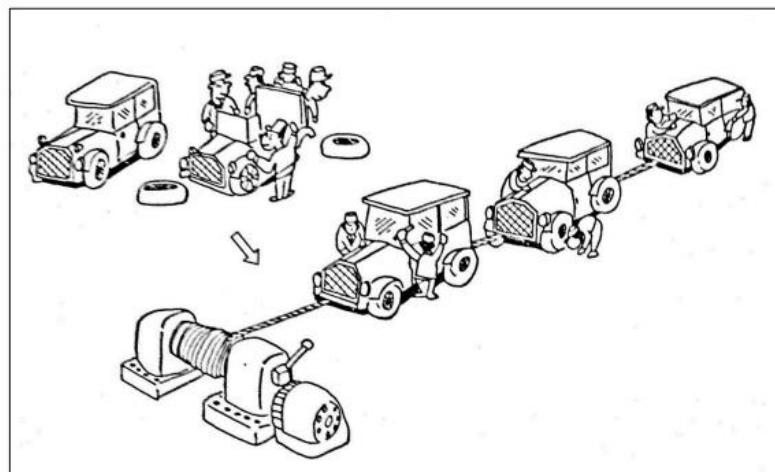
### **3.1.3. Fordismo**

Taylor teve as suas ideias desenvolvidas por muitos outros autores de sua época que trabalharam com ideais similares. Um dessas pessoas foi Henry Ford que deu origem à produção em massa e linha de montagem, e elevou ao mais alto grau os dois princípios de produção em massa: a fabricação de produtos não diferenciados em grande quantidade com peças padronizadas e trabalhadores especializados (MAXIMIANO, 2002)

Para Sekine, foi Henry Ford quem fundou o fluxo unitário de produção. Ford tinha duas opções para produzir carros: uma era manter os carros parados enquanto os colaboradores estavam em movimento e a outra era manter os colaboradores parados enquanto os carros passavam pela linha de produção. A princípio, Ford decidiu montar os carros da primeira forma, porque os carros eram muito grandes e pesados para serem movidos constantemente. No entanto, ao inspecionar a produção um dia com o objetivo de eliminar desvios, Ford percebeu que havia um desperdício de usuários fazendo movimentos distribuídos, pesquisando e comparando objetos e passando objetos entre si. Percebendo isso, Ford conduziu um experimento ao tracionar carros por cordas pela linha de produção, com motoristas parando em suas estações de trabalho já com os objetos e equipamentos que seriam necessários para montar a parte direcionada a cada colaborador. (SEKINE, 2005)

A Figura 1 apresenta uma ilustração da visão de Ford sobre as possibilidades dos sistemas de produção possíveis em sua época

Ford



Fonte: (SEKINE, 1991)

Sekine afirmou que Ford fez a simulação testando tracionar os carros por meio de uma corda ao longo do fluxo de produção. Desta maneira, os operadores ficariam parados nos seus postos de trabalho, com os objetos e equipamentos que seriam necessários para montar a parte pertinente a cada colaborador. O autor reforça que o experimento diminuiu o tempo de montagem do carro de 13 horas para 5 horas e 50 minutos. Aplicando essa melhoria, em apenas três meses este tempo caiu para 2 horas e 38 minutos, observando que os operadores da linha se tornaram especialistas em suas atividades e que não se gastava tempo com a locomoção. (SEKINE, 2005)

Na década de 1920 o “Pai do controle estatístico da qualidade”, como ficou conhecido o físico Walter A. Shewhart, transformou as vistorias individuais corretivas em vistorias por amostragem em lotes. Shewhart foi o responsável por criar a cartilha de controle que identifica quando uma ação corretiva deve ser feita no processo produtivo. (MILAN, 2022)

#### **3.1.4. Sistema Toyota de Produção**

A Produção Enxuta nasceu em 1949-1950 e foi criada por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno. Ao visitar as fábricas da Ford em Detroit, nos Estados Unidos, Ohno descobriu que o processo de produção em massa era cheio de desperdícios. Passou então a desenvolver medidas de combate ao desperdício no processo produtivo da empresa Toyota. Suas iniciativas são consideradas as principais etapas da produção enxuta e incluem diversas atividades como: (1) agrupamento de trabalhadores em equipes; (2) tornar os grupos multifuncionais; (3) criar um sistema para grupos que

possam fazer sugestões para melhorar os processos de produção; e (4) dar aos trabalhadores autonomia para interromper a produção quando surgirem problemas e trabalhar em equipe para encontrar uma solução. Como resultado dessas medidas, a taxa de reparo da Toyota diminuiu drasticamente, o nível de qualidade dos produtos acabados aumentou, a cooperação entre as partes envolvidas no processo de produção aumentou e os custos de produção diminuíram. (WOMACK & Jones, A máquina que mudou o mundo, 2004)

No final da década de 1930, após incentivo do governo japonês, a Toyota começou a produzir caminhões para uso militar. A produção desses caminhões foi descontinuada devido aos efeitos da Segunda Guerra Mundial. Depois da guerra, entretanto, a Toyota queria entrar no mercado de veículos comerciais e caminhões e encontrou alguns obstáculos como: mercado interno limitado e ao mesmo tempo precisava de uma grande seleção de veículos; novas leis trabalhistas impostas pela ocupação dos EUA; a economia do Japão foi destruída após a guerra; e a alta competitividade no mercado internacional. Womack e Jones relatam que diante de tais dificuldades, o governo japonês propôs a fusão de doze empresas japonesas que pretendiam atuar na indústria automobilística e formar duas grandes empresas com alta produção. O plano do governo japonês falhou porque nem todas as empresas o seguiram. O engenheiro-chefe de produção da Toyota, Taiichi Ohno, logo percebeu que usar as armas e métodos de Detroit não serviam à sua estratégia. Essas dificuldades podem ter ocorrido devido ao fato de que o mercado japonês era muito menor que o mercado americano, mas o mesmo espectro de variedades. O nível de produtividade do Japão era nove vezes menor do que o ambiente industrial americano e os bancos que ajudaram a investir recursos se recusaram a conceder crédito à indústria japonesa em um mercado dominado por montadoras estrangeiras. Taiichi Ohno sabia que a produção artesanal não funcionaria se a Toyota quisesse vender os carros para o mercado de massa, de modo que o teria que encontrar uma nova abordagem, uma nova forma de produção. (WOMACK & Jones, A máquina que mudou o mundo, 2004)

### **3.1.5. Sistema de Produção Enxuta ou *Lean Production***

O conceito Lean surgiu no Massachusetts Institute of Technology (MIT) para estudos sobre a indústria automobilística mundial, no período de 1985 a 1990, para

descrever o Sistema Toyota de Produção, um sistema de produção de automóveis desenvolvido pela empresa japonesa Toyota após a Segunda Guerra Mundial. Este sistema, também conhecido como Produção Enxuta, revolucionou a indústria automobilística e disseminou uma nova prática para os processos produtivos, com o objetivo de alcançar melhores níveis de produtividade e eficiência por meio da eliminação de todo e qualquer tipo de desperdício e a implantação de melhorias contínuas nos processos produtivos (WOMACK & Jones, A máquina que mudou o mundo, 2004)

TPS é a sigla para Toyota Production System ou, em português, Sistema Toyota de Produção. Trata-se de uma cultura organizacional que tem como objetivo expor e resolver os problemas nos mais diversos ambientes e situações.

No TPS, os esforços são concentrados para eliminar os três Ms: *Muri* (Qualquer sobrecarga em equipamentos ou operadores), *Mura* (Variações indesejadas no processo que geram dificuldades e irregularidades) e *Muda* (Desperdício de tempo, material ou dinheiro). (TOYOTA, 2023)

O foco principal da Produção Lean é a eliminação sistemática de desperdícios – ou de qualquer coisa que não adiciona valor ao processo de produção. E em uma das suas pesquisas da EPA (2003), concluiu que os indicadores ambientais, como a porcentagem de geração de resíduos e o consumo de energia, melhoram com a aplicação destes princípios e métodos.

O “*Lean and Green*” é o nome do relacionamento entre a adoção de práticas de manufatura enxutas, a área de manufatura de uma empresa e a proativa em relação à gestão ambiental. De forma geral, a redução de desperdícios na manufatura ajuda a gerenciar o meio ambiente por meio do uso mais eficiente dos recursos de produção e da implementação de práticas de limpeza e melhor organização do ambiente produtivo, o que pode resultar em uma vantagem competitiva. (JABBOUR, 2013)

### **3.1.6. Ferramentas de metodologias ágeis**

O conceito de "*just-in-time*" para EPA (2003) é uma ideia de programação de produção que exige que qualquer item necessário para uma operação de produção, seja matéria-prima, produto acabado ou qualquer coisa entre eles, seja produzido e esteja disponível quando necessário.

Em seu artigo, a EPA (2003) explica o processo *Kaizen* como a melhoria contínua e crescente das atividades de produção com o objetivo de reduzir o desperdício. Isso é feito por meio de eventos planejados e organizados com o objetivo de beneficiar os trabalhadores.

A ferramenta *Kanban* se trata de uma ficha ou folha que aprova o processo de fabricação ou movimentação de um produto. Já o sistema Kanban é uma abordagem que emprega uma abordagem visual para gerenciar a movimentação da produção e o estoque (EPA, 2003)

O Processo de Preparação da Produção (3P) é uma abordagem *lean* para o design de processos e produtos. A 3P projeta e implementa processos de produção, ferramentas e equipamentos que suportam o fluxo de uma peça. Eles também garantem custo, qualidade e prazo de execução adequados e são manufaturáveis. É conhecido também como processo de preparação da produção (EPA, 2003).

### **3.2. Marcos ambientais ao longo da história**

#### **3.2.1. Clube de Roma**

O início do movimento ambientalista se confunde com as primeiras discussões iniciadas pelo Clube de Roma na década de 1960. O chamado Clube de Roma reúne cientistas, educadores, economistas, humanistas, industriais e funcionários públicos para discutir as crises existentes e futuras da humanidade. O primeiro relatório elaborado pelo clube de Roma teve um enorme impacto na comunidade científica, pois apresentou um cenário catastrofista do que aconteceria com a Terra nesse nível de desenvolvimento. (KRUGER, 2001)

As publicações do Clube de Roma e da Conferência de Estocolmo são resultado de debates sobre os riscos de degradação ambiental que, de forma dispersa, se iniciaram na década de 1960 e se intensificaram no final desta década e início dos anos 1970, o que permitiu a primeira grande discussão internacional que culminou na Conferência de Estocolmo em 1972. O estudo do Clube de Roma reconheceu a importância do trabalho anterior e escreveu: “As seguintes conclusões surgiram do trabalho que fizemos até agora. Certamente não somos o primeiro grupo a formulá-los. Aqueles que olharam para o mundo de uma perspectiva global e de



longo prazo nas últimas décadas chegaram a conclusões semelhantes.” (CAVALVANTE, et al., 1994)

Após a primeira publicação do Clube de Roma (*Limits to Growth*, 1972), o desenvolvimento e o meio ambiente passaram a fundir-se no conceito de Ecodesenvolvimento, que no início dos anos 1980 foi suplantado pelo conceito de Desenvolvimento Sustentável, passando a ser adotado como expressão oficial nos documentos da ONU (Organização das Nações Unidas), UICN (*International Union for Conservation of Nature*) e WWF (*World Wildlife Fund*). (GONÇALVES, 2005)

### **3.2.2. Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1987)**

No ano de 1987 ocorreu o Conselho Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nesse encontro realizado na Organização das Nações Unidas (ONU) na Noruega, foi elaborado documento chamado "Nosso Futuro Comum", também conhecido como Relatório Brundtland, no qual os governos signatários estavam comprometidos em promover o desenvolvimento econômico e social alinhados com a proteção ambiental. (CMMAD, 1987)

Este relatório apresentou uma das definições mais comuns do termo: “o Desenvolvimento Sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”. Um grande destaque nesse relatório foi o foco na extrema necessidade de encontrar maneiras de um desenvolvimento econômico sustentável sem uma grande diminuição do consumo de recursos naturais e sem danos ao meio ambiente. Foi definido nesse encontro três pilares essenciais: desenvolvimento econômico, proteção ambiental e igualdade social. (GONÇALVES, 2005)

O relatório Brundtland, assim como os documentos sobre desenvolvimento sustentável, confeccionados pelo Clube de Roma, receberam fortes críticas mundiais porque constatavam que o planeta estava em uma situação insustentável. (GONÇALVES, 2005)

A Declaração de Estocolmo de 1972 deu origem a vários princípios fundamentais do direito ambiental, incluindo o princípio da prudência ou cautela, o

princípio da responsabilidade, o princípio do poluidor-pagador e o princípio da cooperação entre os Estados. (CUNHA, Pinto, Martins, & Júnior, 2013)

### **3.2.3. Rio 92**

A Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), também conhecida como Cúpula da Terra ou Rio-92, foi realizada no Rio de Janeiro em 1992. Colocou o ser humano no centro das preocupações relacionadas ao Desenvolvimento Sustentável e considerou o homem inserido na diversidade biológica existente no ambiente. A Rio-92 foi um símbolo da luta por uma nova ordem sustentável que estivesse em harmonia com a natureza. (CUNHA, Pinto, Martins, & Júnior, 2013)

A partir da Declaração da Rio 92, convenções e documentos internacionais reconheceram o direito humano a um ambiente ecologicamente equilibrado. Atualmente, os direitos humanos à paz, à autodeterminação dos povos e à solidariedade incluem o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Independentemente de serem propriedade privada ou pública, os bens ambientais tornam -se assim bens de interesse público. (SANTILLI, 2010)

Devido à participação de representantes governamentais de todo o mundo, a Rio-92 acabou considerado um marco global para as discussões sobre o assunto; dois importantes documentos foram seus principais resultados: A Carta da Terra (rebatizada de Declaração do Rio) e a Agenda 21. A Agenda 21 é um conjunto de compromissos firmados por 170 países que se comprometeram a incorporar princípios de desenvolvimento sustentável em suas políticas públicas. (DE ARAUJO, 2006)

### **3.2.4. Rio+20**

Na Rio+20, as nações renovaram seus compromissos determinados na Rio 92 com o Desenvolvimento Sustentável, promovendo a economia verde, exigindo uma abordagem global para a sustentabilidade, seguindo os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) e transformando-os em Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), conforme indicados na Figura 2 e que englobam as ações para o

desenvolvimento humano e a luta contra a pobreza; as estratégias de financiamento do Desenvolvimento Sustentável; e a produção e consumo sustentáveis

Figura 2: Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: ONU (2023)

O documento final da Rio+20 focou em uma proposta política que reafirmou os princípios do Desenvolvimento Sustentável da Rio-92, além de apresentar considerações para suas aplicações ao longo dos anos ou estratégias para implementá-los. A evolução da aplicação do princípio da precaução nos 20 anos desde a Rio 92 está relacionada ao sucesso de sua interpretação na legislação ambiental e nos tribunais. (CUNHA, Pinto, Martins, & Júnior, 2013)

### 3.2.5. Agenda 2030 e ODS

Em 2015, os países-membros da ONU se reuniram novamente na Cimeira para o Desenvolvimento Sustentável. Eles fizeram isso para estabelecer um objetivo mais concreto e vinculante para todos. Eles também marcaram uma data para concluir os objetivos que foram estabelecidos nos últimos anos. Isso levou à criação da Agenda 2030. A agenda 2030 combina elementos ambientais, sociais e de desenvolvimento industrial e tecnológico para garantir um futuro seguro e sustentável para as gerações futuras. (MARQUES, 2020)

A Agenda 2030 é um conjunto de ações e uma declaração que traz um quadro de resultados. Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) incluem 169 metas e indicadores e são instrumentos para apoiar o monitoramento e revisão das ações de desenvolvimento que devem ser implementadas até 2030. (ONU, 2013)

### **3.2.6. ESG: *Environmental, Social and Governance***

O conceito de ESG nasceu na década de 1960, porém teve notoriedade após o lançamento dos ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) da ONU. Os ODS estão completamente relacionados com o conceito de ESG e são complementares na visão técnica e na prática. Os ODS ajudaram a impulsionar a aplicação do fator ESG nas empresas. (VISMONA, 2021)

As empresas estão utilizando cada vez mais as práticas de sustentabilidade, em busca de garantir competitividade no mercado, atender às demandas do consumo consciente e estabelecer boas relações com a sociedade e o governo. Para guiar essas práticas, utiliza-se o conceito ESG (*Environmental, Social and Governance*), que considera três dimensões fundamentais: ambiental, social e de governança. O objetivo é ampliar as oportunidades e conquistar vantagens competitivas na imagem e na reputação da empresa, ao mesmo tempo em que se reduz riscos e se gera valor no longo prazo. Empresas que adotam as práticas ESG se tornam menos vulneráveis a fatores de impacto, como fraudes, escândalos, processos trabalhistas e questões legais, graças a um controle mais efetivo, governança sólida e rigorosos protocolos de atuação. (SANTOS, 2021)

## **3.3. Qualidade e Sistema de Gestão Ambiental**

### **3.3.1. Sistema de gestão ambiental (SGA)**

O significado do termo qualidade tem mudado com o tempo e não existe uma definição única. No entanto, de acordo com o conceito geral de qualidade, uma das principais preocupações da empresa é atingir a satisfação dos clientes; portanto, é fundamental prestar atenção ao desenvolvimento de inovações significativas que a torne forte em um mercado cada vez mais concorrido. Para isso, também deve-se prestar atenção ao fator de flexibilidade, que permite que as empresas preparem seus funcionários para lidar com as mudanças que possam surgir durante o processo. Isso significa que a melhoria da qualidade passa a ser principalmente uma responsabilidade de cada funcionário dentro da organização, não ficando apenas no setor de qualidade. (DE CHERMONT, 2001)

A combinação de qualidade e gestão ambiental pode ser um fator competitivo e diferenciador no mercado, pois leva uma organização a se comprometer e ser responsável pelo meio ambiente. Logo, as indústrias que já têm este compromisso tentarão se adaptar aos requisitos dos clientes para permanecer competitivas no mercado em geral e se adaptar aos novos ambientes de negócios. (MACIEL A. , 2014)

As iniciativas de gestão ambiental nas organizações podem ter maior ou menor grau de sucesso, dependendo do apoio recebido pela área de manufatura. Como tal, a gestão ambiental refere-se à incorporação de objetivos e estratégias ambientais aos objetivos e estratégias organizacionais, bem como a incorporação de questões ambientais na produção e/ou utilização de um produto ou processo. Com o objetivo de evitar ou reduzir o impacto ambiental e, ao mesmo tempo, aumentar a vantagem competitiva, na Tabela 1, são descritas algumas das práticas de gestão ambiental, onde é possível observar interfaces entre diversas práticas de produção enxuta e a gestão ambiental empresarial. (JABBOUR, 2013)

Tabela 1: Práticas de gestão ambiental

PRÁTICA	CONCEITO
Política ambiental	Declaração precisa dos dirigentes sobre os principais aspectos e impactos ambientais gerados.
Treinamento ambiental	Treinamento ambiental para todos os funcionários com a finalidade de divulgar a política ambiental e permitir conscientização dos funcionários sobre os aspectos/ impactos ambientais de suas atividades
3Rs	Redução, Reuso e Reciclagem aplicados em água, energia elétrica, papel e outros insumos naturais, aumentando a produtividade empresarial.
Novos produtos	Desenvolvimento de produtos com menores impactos ambientais
Processo de produção	Desenvolvimento de processo produtivo com menores impactos ambientais.
Seleção de fornecedores	Seleção de fornecedores com base em critérios ambientais
Sistema de gestão	Sistema de gestão ambiental, por exemplo, a ISO 14001, e/ou outros
Informações voluntárias	Divulgação voluntária de informações sobre o desempenho ambiental.

Fonte: (JABBOUR, 2013), adaptado pelo autor.

### 3.3.2. A norma ISO 14001

A ISO 14001 é uma norma reconhecida globalmente e publicada pela ISO (*International Organization of Standardization*). É o padrão mais reconhecido a nível internacional para sistemas de gestão ambiental. É amplamente utilizado. A ISO 14001 pode ser aplicada a vários setores, escopos e atividades de negócios devido à sua natureza. Ele oferece uma estrutura por meio da qual uma organização pode cumprir suas obrigações de política ambiental melhorando seu desempenho ambiental. A norma ISO 14001 estabelece os requisitos para que uma organização identifique e compreenda de forma proativa os aspectos ambientais de suas atividades, produtos e serviços, bem como os impactos ambientais associados. A norma ISO 14001 foi desenvolvida para ser compatível e alinhada com outras diretrizes de sistemas de gestão reconhecidos, como a norma ISO 9001. Como resultado, é ideal para ser integrada em processos e sistemas de gestão que já existem. (DNV, s.d.)

As práticas da produção enxuta reforçam o alcance de alguns requisitos da Norma ISO 14001, através de metodologias que proporcionem o envolvimento do funcionário, melhoria contínua e colaboração dos fornecedores. Tais circunstâncias são importantes e influenciam positivamente para a certificação ISO 14001. (JABBOUR, 2013)

### **3.3.3. Gestão de qualidade**

As empresas de sucesso estão trabalhando para melhorar continuamente seus processos, mantendo um alto nível de controle sobre qualidade e desempenho. A redução dos custos e o aumento da produtividade são alguns dos fatores que devem ser examinados para alcançar este desempenho. Dentro desse contexto, as indústrias japonesas identificaram três fatores: estratégias de melhoria da qualidade, organização, planejamento e controle. Estas são as funções fundamentais de uma empresa. Diversas empresas fora do Japão tiveram dificuldades, mas as que conseguiram gerir corretamente permaneceram no mercado. De um modo geral, as práticas de gestão da qualidade são usadas por uma variedade de setores de fabricação e serviços para melhorar e inovar seu desempenho. (TARÍ, Claver-Cortés, Pereira-Moliner, & Molina-Azorín, 2010)

A gestão da qualidade total, com o objetivo de melhorar a empresa, também é abordada por várias organizações atuais, incluindo o Japão. Segundo Sadikoglu e Zehir (2010), essas melhorias ajudam as indústrias com a produtividade, a satisfação do cliente e o lucro. É verdade que nem todas as organizações são eficazes com alguns fatores identificados como essenciais na Gestão da Qualidade Total, como liderança (liderança), treinamento (habilidades), gestão dos funcionários, fornecedores e processos, foco nos clientes e melhoria contínua. (SADIKOGLU & Zehir, 2010)

### **3.4. Indicadores Ambientais e a sua relevância**

Os indicadores são modelos simplificados da realidade que podem tornar os fenômenos mais fáceis de entender, melhorar a comunicação de dados brutos e ajustar as informações para atender às necessidades locais dos tomadores de decisão. (JUNIOR, 2007)

Os indicadores ambientais são importantes porque podem ser usados pela sociedade como ferramentas para avaliar seu progresso e evolução. Eles também podem ser usados para planejar e gerenciar espaços urbanos e rurais. Os indicadores ambientais ajudarão a melhorar o uso dos recursos naturais e a mostrar como evitar a degradação ambiental e os custos financeiros associados ao reparo. Uma base empírica sólida para a criação de indicadores de sustentabilidade é fornecida pela informação que conecta fatores socioeconômicos e ambientais. Isso permite medir os impactos e avaliar a eficiência usando uma variedade de perspectivas sobre os processos de desenvolvimento. (NETO, Kruger, & Dziedzic, 2009)

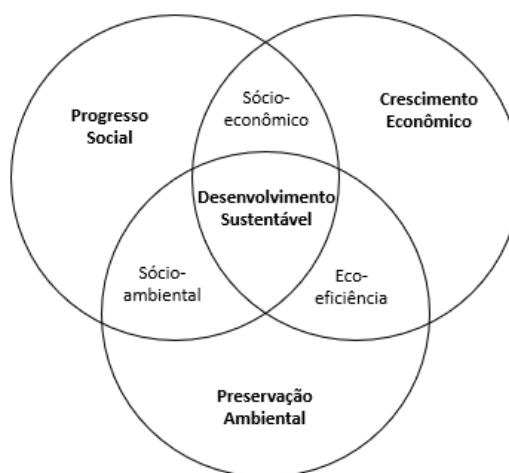
A partir do conceito de Desenvolvimento Sustentável um dos principais desafios tornou-se a criação de instrumentos para sua mensuração. Esses instrumentos seriam essenciais para orientar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado em direção ao Desenvolvimento Sustentável. A iniciativa de criar Indicadores de Desenvolvimento Sustentável não é uma iniciativa única. É baseado em um movimento global liderado pela Comissão para o Desenvolvimento Sustentável (CSD) das Nações Unidas. Esse movimento aconteceu nas décadas de 1990 e reuniu especialistas de todo o mundo, incluindo governos nacionais, instituições acadêmicas,

organizações não-governamentais, organizações do sistema das Nações Unidas (TAYRA, 2006)

### 3.5. Sustentabilidade

A sustentabilidade é a capacidade de se sustentar por si mesma, ou seja, algo que pode ser mantido por um longo período, de forma a não esgotar nunca e sem colocar em risco os recursos naturais. O conceito mais amplo de desenvolvimento sustentável se baseia na integração de questões sociais, ambientais e econômicas, formando o tripé conhecido como *triple-bottom-line*, como pode-se observar na Figura 3. (DE ARAUJO, 2006).

Figura 3: Tripé da sustentabilidade



Fonte: (DE ARAUJO, 2006), adaptado pelo autor.

No mundo atual, existem muitos esforços para se criarem indicadores de sustentabilidade. No entanto, a maioria desses esforços consiste em variáveis que não são necessariamente organizadas ou integradas, exceto para responder a questões bem específicas (como desertificação, biodiversidade ou qualidade do ar e água). Esses esforços geralmente se concentram em escala local. Ainda assim, os indicadores de nível nacional e regional requerem grandes esforços para apresentar a regionalização, harmonização e agregação dos dados que embasam os indicadores. (TAYRA, 2006)

#### 3.5.1. Sustentabilidade corporativa (Relatório de Sustentabilidade)



O objetivo principal de todas as organizações é obter o maior retorno possível do capital investido. Como resultado, elas procuram obter maiores margens e ocupar o mercado usando as ferramentas que possuem. No entanto, além dos fatores estruturais e econômicos, as empresas também começam a assumir responsabilidades por questões ambientais e sociais. As organizações devem mudar quando necessário seus processos produtivos para serem mais sustentáveis ambientalmente. Os pesquisadores e as empresas estão agora familiarizados com o conceito do tripé da sustentabilidade, que é uma ferramenta conceitual útil para interpretar as interações além da empresa. Em particular, ele destaca a importância de uma visão da sustentabilidade que vai além da sustentabilidade econômica simples. É fundamental ressaltar que os princípios de sustentabilidade não podem ser divididos em questões ambientais e sociais. O conceito de desenvolvimento sustentável é a integração de questões sociais, ambientais e econômicas. Portanto, além de ser ambientalmente sustentável, uma organização também se comportará de forma socialmente responsável, respeitando os interesses de todas as partes interessadas que são afetadas por suas operações. (DE ARAUJO, 2006)

O Relatório de Sustentabilidade é um instrumento que visa a aumentar a transparência das atividades da organização e promover o diálogo com a sociedade. Com a divulgação dos principais indicadores. Tem como objetivo informar aos tomadores de decisão, sócios e administradores sobre suas práticas socioambientais e econômicas. Existem padrões a serem adotados pelos relatórios de sustentabilidade, o mais reconhecido é o GRI (*Global Reporting Initiative*) é precursor e um dos modelos mais usados no mundo. O GRI foi fundado em 1997 com o objetivo de fornecer uma base para a criação de relatórios de sustentabilidade que as organizações de todos os tipos, setores e localidades podem usar. O conteúdo e os indicadores ajustados internacionalmente "permitem que as informações contidas nos relatórios de sustentabilidade sejam acessadas e comparadas, disponibilizando, assim, dados aprimorados para informar as decisões de diferentes gerentes". (LUGOBONI, 2015)

#### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente trabalho buscou analisar a utilização de metodologias ágeis nas organizações e o seu possível impacto positivo nos indicadores ambientais. Inicialmente, os artigos nacionais foram priorizados, entretanto na literatura de outros países do continente americano, foram deflagrados artigos que corroboram com esse trabalho. Com isso, a pesquisa é de natureza qualitativa, respeitando um arcabouço de diversas técnicas com o intuito de expressar o sentido da gestão ambiental. (MACIEL A. , 2014)

Os dados desta pesquisa foram coletados por meio de pesquisas bibliográficas, de artigos de apoio e temas de análise relacionados. Durante o desenvolvimento do estudo, evidenciou-se um discreto acervo de trabalhos que aprofundassem o tema no cenário nacional como o estudo detalhado da (JABBOUR, 2013). Devido a isso foram necessárias consultas a estudos de países como México, origem do trabalho de (MONGE, 2013). Embora, que de maneira individual, a produção sustentável e a melhoria contínua tenham desempenhos operacionais significantes, não foram encontrados na literatura atual muitos casos que cruzem esses desempenhos e assegurem resultados com eficiência operacional e vantagem competitiva em conjunto. Outro trabalho que norteou o atual trabalho foi o estudo comparativo entre as marcas de material esportivo Adidas e Nike na utilização de metodologia *lean* (SILVA, 2019). Uma base forte de consulta foi a pesquisa patrocinada pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos EPA (EPA, 2003) que examinou a relação entre a produção *lean* e a melhoria de indicadores ambientais. Este artigo apresenta os principais tópicos da pesquisa.

Como o objetivo desta pesquisa é tornar o problema mais claro e fácil de entender, ela é classificada como exploratória. Isso se justifica pelo fato de que o assunto em questão ainda não foi estudado de forma suficiente. Portanto, o presente estudo foi delimitado à pesquisa bibliográfica baseada na disponibilidade de pesquisas no Portal CAPES e no Google Acadêmico.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar que as grandes empresas, sobretudo no exterior, já começaram a ter retornos positivos com a implementação de metodologias ágeis e divulgar os seus relatórios quantitativos. No Brasil, mesmo com a utilização de metodologias ágeis nas grandes empresas, esses dados são divulgados de maneira simplificada o que dificulta em uma análise de causa e efeito. Partindo de análises no certame internacional, é possível entender uma lógica de causa e efeito entre utilização de metodologias ágeis e indicadores ambientais. Para elucidar, podemos citar a Bridgestone/Firestone's na planta de sua fábrica de pneus em Aiken County da Carolina do Sul. Onde implementou a metodologia *lean* em 2000 e conseguiu reduzir na geração de resíduos sólidos e tóxicos em 53% e a quantidade de material reciclável em 38%. A Tabela 2 apresenta sete tipos de resíduos comuns que o Lean está trabalhando para eliminar e as consequências que eles têm para o meio ambiente. (EPA, 2003)

Tabela 2: Impactos Ambientais Associados com Resíduos de Fabricação

Tipos de desperdícios	Exemplos	Impacto ambiental
Retrabalho	Desperdício, defeitos, produção para reposição, inspeção	Matéria-prima consumida na fabricação de produtos defeituosos; Componentes defeituosos requerem reciclagem ou eliminação; Atividades de retrabalho, aumentando consumo de energia em aquecimento, resfriamento e iluminação.
Espera	Fim do estoque, atrasos por processamento em lotes, parada de equipamentos, gargalos de capacidade.	Estrago de materiais ou danos em componentes causando desperdícios; Desperdícios de energia por meio de aquecimento, resfriamento e iluminação durante o aguardo
Superprodução	Fabricação de itens sem a necessidade	Maior quantidade de matérias-primas consumidas para fabricar produtos sem a necessidade Produtos extras podem deteriorar ou tornarem obsoletos sujeitos à eliminação
Movimentação	Movimentação de pessoas sem a necessidade, transportando estoque em processo.	Maior utilização de energia para transporte; Emissões de gases por meio de transporte; Maior espaço requerido para movimentação de estoques em processo, aumentando a demanda de consumo de energia para iluminação, aquecimento, resfriamento; Maior quantidade requerida de embalagens para proteger componentes durante o transporte.
Estoque	Excesso de matéria-prima, estoque em processo ou produto acabado.	Maior quantidade requerida de embalagens para armazenar estoques em processo Desperdícios por meio de deterioração ou danos em armazenar estoques em processo; Maior quantidade de materiais para substituir os estoques em processo danificados; Maior utilização de energia para aquecer, resfriar e iluminar área de estocagem.

Fonte: EPA (2003), adaptado pelo autor.

Mesmo que algumas empresas decidam aplicar de maneira pontuais as metodologias ágeis, em um pensamento de retorno em curto prazo, possivelmente

não obterão o retorno contínuo (MONGE, 2013). Logo, será necessária uma implementação em médio-longo prazo em todos os níveis para que se tenha uma nova filosofia na empresa.

Algumas alternativas, como a utilização de *Kanban* em uma única célula da empresa, sem se preocupar com o ganho com o uso dessa ferramenta, se mostra como um paliativo, caso a diretoria não invista nessa metodologia capacitando e treinando seus colaboradores para entender e aplicar essa ferramenta de processo produtivo.

Na Nike em (SILVA, 2019), as mudanças são observadas nos aspectos ambientais, quando a empresa utiliza *lean* em toda sua estrutura e até em seus fornecedores. A sustentabilidade de suprimentos e manufatura da própria Nike tem os seus desempenhos avaliados com métricas de desempenhos no consumo de água, energia, emissão de carbono e resíduos. Com isso, focando na evolução dos modelos de negócios para impulsionar o crescimento lucrativo, alavancando a eficiência da manufatura enxuta, reduzindo os impactos ambientais. A Nike se tornou mais consciente do meio ambiente e colaborou com ONGs e fabricantes parceiros em iniciativas sustentáveis. A *Fair Labor Association* foi uma associação importante com a qual a Nike criou indicadores de desempenho e fornecimento sustentáveis.

Em sua pesquisa, (JABBOUR, 2013) verificou se a manufatura enxuta tende a relacionar positivamente com a utilização de gestão ambiental em 75 empresas do setor automotivo brasileiro. Em seus resultados, teve a confirmação de alguns pressupostos da literatura sobre *lean and green*. E seus principais resultados foram que as práticas de manufatura enxuta tendem a suportar, de forma positiva e estatisticamente válida, a gestão ambiental nas empresas analisadas. Outro resultado encontrado foi que todas as práticas de gestão ambiental tendem a ser adotadas nas empresas analisadas, com destaque para as práticas de política ambiental e de treinamento ambiental.

Podemos entender, pela leitura de (MONGE, 2013) que as variáveis de eficiência operacional e ambiental são a eficiência da manufatura *lean*, a eficiência da manufatura sustentável e a eficiência da melhoria contínua, cada uma com um grau de impacto positivo, direto e estatisticamente significativo.

A eliminação sistemática de desperdícios – ou de qualquer coisa que não adiciona valor ao processo de produção – é o principal objetivo da produção lean. A pesquisa do (EPA, 2003) concluiu que os indicadores ambientais, como a porcentagem de geração de resíduos e o consumo de energia, melhoram com a aplicação destes princípios e métodos. Os princípios e métodos da manufatura *lean* têm sido usados pela General Motors ao longo dos anos, sempre em conjunto com o respeito ao meio ambiente. Por exemplo, o sistema Kanban que facilita o processo *just-in-time* permite que mais de 95% das peças do modelo de carro Saturn sejam colocadas em containers reutilizáveis. Além de reduzir o desperdício de toneladas de embalagens, este sistema reduziu espaço, despesas e energia necessários para lidar com esses gastos. A qualidade melhorou e a utilização de solvente de tinta foi reduzida em 270 toneladas por ano durante a produção do Saturn.

Aplicando a eliminação de estoque, devido à implementação lean, melhora-se a qualidade do produto e ao mesmo tempo, elimina-se o desperdício em emissões de gases por conta de retrabalhos em certos processos que os gerem. Em paralelo, a mudança para uma célula em fluxo e a redução dos estoques reduzem o espaço físico necessário. Como resultado, a quantidade de água, materiais e energia usadas para aquecer, resfriar, iluminar e manter o local de trabalho é menor. (EPA, 2003)

Por meio do trabalho padronizado, para (EPA, 2003), define-se claramente os procedimentos para o desempenho adequado das atividades de trabalho e o controle visual reforça estas práticas para apoiar estas melhorias. Os eventos Kaizen ajudam os funcionários do chão de fábrica a encontrar e eliminar desperdícios e promover a melhoria contínua. O 3P (Processo de Preparação da Produção) permite que os trabalhadores sejam criativos e inventem processos que melhorem a eficiência e a eficácia do sistema produtivo e, ao mesmo tempo, reduzem os efeitos sobre o meio ambiente.

## 6. CONCLUSÕES

Existe uma forte relação causa-efeito entre a redução dos desperdícios de manufatura e as chances de reduzir o impacto ambiental. Para aqueles que estão na jornada *lean* e que também querem melhorar os indicadores de meio ambiente, é necessário entender o sistema e encontrar oportunidades de melhorias ambientais, mapeamento do fluxo de valor. As empresas devem desenvolver um plano de ação para aumentar sua consciência sobre as oportunidades de melhorias ambientais adicionais durante a implementação do *lean*.

Para ajudar os profissionais da área ambiental a aprender sobre as técnicas de *lean thinking* e seus benefícios, é necessário o desenvolvimento de recursos, materiais, *workshops*, treinamentos e ferramentas. Além de aplicar e desenvolver técnicas *lean* em questões de desempenho ambiental e por fim, é necessário reconhecer os esforços realizados para melhorar o meio ambiente. Para ter vantagem competitivas, as empresas precisarão medir, tratar e melhorar seus indicadores. Uma sugestão seria a aplicação de metodologias ágeis em todos os níveis do negócio.

O atingimento de metas de redução nos indicadores ambientais será mais eficaz se essas metas forem associadas aos objetivos da área produtiva. Os esforços para incorporar os princípios *lean* em várias etapas de melhoria sistêmica podem ajudar as empresas a melhorar o meio ambiente.

Com o aumento da relevância para os indicadores ambientais, nos relatórios de sustentabilidade das empresas, a expectativa é que cresça também os estudos estatísticos na área com o comparativo de antes e depois da implementação de metodologias ágeis.

Por fim, é necessário reforçar que todos os dados desse trabalho foram adquiridos através de consultas públicas, sobre as informações das empresas. O que por sua vez restringiu o estudo.

## **7. SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS**

Para futuros estudos, em caráter comparativo e analítico, é sugerido que siga a linha de investigação nos relatórios corporativos de sustentabilidade e valide se internamente a empresa referente, faz uso de ferramentas de metodologias ágeis em seus processos. E em um segundo momento, acompanhar os avanços dos indicadores ambientais nos relatórios de sustentabilidade em empresas que já estabeleceram a filosofia de metodologias ágeis em seu cotidiano.

## REFERÊNCIAS

- ACCOUNTANTS, L. (2012). <https://www.leanaccountants.com/2012/05/nike-reports-lean-production-success.html>.
- CAVALVANTE, C., Furtado, A., Stahel, A., Ribeiro, A., Mendes, A., Sekiguchi, C., . . . Magalhães, A. R. (1994). *Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável*. Fundação Joaquim Nabuco, Instituto de Pesquisas Sociais. Recife: Ministério da Educação.
- CAVALVANTI, C., Furtado, A., Stahel, A., Ribeiro, A., Mendes, A., Sekiguchi, C., . . . Magalhães, A. R. (1994). *DESENVOLVIMENTO E NATUREZA: Estudos para uma sociedade sustentável*. Fundação Joaquim Nabuco, Recife.
- CMMAD. (1987). *Nosso Futuro Comum*. Nova York: ONU.
- CUNHA, G. F., Pinto, C. R., Martins, S. R., & Júnior, A. B. (2013). *Princípio da precaução no Brasil após a Rio-92: impacto ambiental e saúde humana* (Vol. 16). São Paulo.
- DE ARAUJO, G. C. (2006). SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL: Conceito e Indicadores. *III CONVIBRA*, 5, pp. 70-82.
- DE CHERMONT, G. S. (2001). *Qualidade na gestão de projetos de sistemas de informações*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- DNV. (s.d.). *ISO 14001 - Sistema de Gestão Ambiental*. Acesso em 10 de Junho de 2023, disponível em DNV: <https://www.dnv.com.br/services/iso-14001-sistema-de-gestao-ambiental-74433>
- EPA. (2003). *Lean Manufacturing and the Environment*. Environmental Protection Agency.
- GONÇALVES, D. B. (2005). *Desenvolvimento sustentável: o desafio da presente geração*. Revista espaço acadêmico.
- GORDILLO, A. M. (2016). *Contribuição percebida das técnicas de gestão de projetos para os projetos de melhoria de processos*. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- JABBOUR, A. B. (2013). Lean and green? Evidências empíricas do setor. *Gest. Prod., São Carlos*, v. 20, n. 3, 653-665.
- JUNIOR, A. P. (2007). *INDICADORES AMBIENTAIS E RECURSOS HÍDRICOS* (5ª ed.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.



- KRUGER, E. L. (2001). *UMA ABORDAGEM SISTÊMICA DA ATUAL CRISE AMBIENTAL*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- LOPEZ, F., Cruz, J., & Monge, C. (2013). *Impacto de la Manufactura Esbelta, Manufactura Sustentable y Mejora Continua en la Eficiencia Operacional y Responsabilidad Ambiental en México*. Inf. Tecnol, La Serena.
- LUGOBONI, L. F. (2015). *Importância da sustentabilidade para as empresas do setor de energia elétrica: utilização de relatório de sustentabilidade com base no GRI*. Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233).
- MACIEL, A. (2014). *A importância da gestão da qualidade e ambiental nas organizações do século XXI*. Repositório Institucional da Universidade Federal de Sergipe - RI/UFS , São Cristóvão.
- MACIEL, A. (2014). *A importância da gestão da qualidade e ambiental nas organizações do século XXI*. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, São Cristóvão.
- MARQUES, M. F. (2020). *Agenda 2030: objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU: desafios ao desenvolvimento tecnológico e à inovação empresarial*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa.
- MAXIMIANO, A. C. (2002). *Teoria geral da administração da revolução urbana à revolução digital*. São Paulo: Atlas.
- MILAN, M. (2022). *As raízes profundas da produção enxuta - LEAN*. Jaboticabal: SBEA.
- MONGE, C. (2013). *Impacto de la Manufactura Esbelta, Manufactura Sustentable y Mejora Continua en la Eficiencia Operacional y Responsabilidad Ambiental en México*. Inf. tecnol., La Serena.
- NETO, J. M., Kruger, C. M., & Dziedzic, M. (2009). *Análise de indicadores ambientais no reservatório do Passaúna*. Curitiba.
- ONU. (2013). *A life of dignity for all: accelerating progress towards the Millennium Development Goals and advancing the United Nations development agenda beyond 2015*. . ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, Nova York.
- PARO, P. E. (2016). *Sistemática de transformação: desenvolvimento teórico para o alinhamento entre estratégia e cultura organizacional nos projetos de Lean*. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.
- SADIKOGLU, E., & Zehir, C. (Setembro de 2010). Investigating the effects of innovation and employce performance on the relationship between total quality

- management practices and firm performance: an empirical study of Turkish firms. *International Journal of Production Economics*, 127, pp. 12 - 26.
- SANTILLI, J. (2010). *Os “novos” direitos socioambientais (2ª ed.)*. Curitiba: Juruá.
- SANTOS, D. (2021). Proposta de Regulação para classificação de Fundos de Investimento sob a temática ASG / ESG (Ambiental, Social e Governança).
- SEKINE, K. (2005). *One-Piece Flow: Cell Design for Transforming the Production Process*. Productivity Press.
- SILVA, T. M. (2019). Estudo comparativo entre Adidas e a Nike sob o enfoque do ambiente lean: manufacturing e a accounting. 68-85.
- TARÍ, J. J., Claver-Cortés, E., Pereira-Moliner, J., & Molina-Azorín, J. F. (2010). *Levels of quality and environmental management in the hotel industry: Their joint influence on firm performance*. University of Alicante, Department of Business Management, Alicante.
- TAYRA, F. (2006). *Modelos de indicadores de sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências*. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), São Paulo.
- TOYOTA. (13 de Junho de 2023). *SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (TOYOTA PRODUCTION SYSTEM)*. (Toyota) Acesso em 11 de 2022, disponível em TOYOTA: <https://www.toyota.com.br/mundo-toyota/sistema-toyota-de-producao>
- TOYOTA. (s.d.). *UMA HISTÓRIA DE INOVAÇÃO E QUALIDADE*. (Toyota) Acesso em 12 de novembro de 2022, disponível em <https://www.toyota.com.br/mundo-toyota/sobre-a-toyota/>
- VISMONA, E. (2021). ESG: benefícios maiores do que o lucro. *Conjur*.
- WOMACK, J. P. (1996). *The psychology of lean production*. Applied Psychology.
- WOMACK, J. P. (2011). *Caminhadas pelo Gemba - Gemba Walks*. Lean Institute Brasil, São Paulo.
- WOMACK, J. P., & Jones, D. T. (2004). *A máquina que mudou o mundo*.
- ZILBOVICIUS, M. (1997). *Modelos para produção, produção de modelos: contribuição à análise da gênese, lógica e difusão do modelo japonês*. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.