



ANA CRISTINA MARCHETTE MARINHO

**EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E A
REDUÇÃO DOS IMPACTOS EM PROCESSOS INDUSTRIAIS**

LAVRAS – MG

2023

ANA CRISTINA MARCHETTE MARINHO

**EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E A REDUÇÃO DOS
IMPACTOS EM PROCESSOS INDUSTRIAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Química, para obtenção do título de Bacharel.

Prof^a. Dr^a. Cristiane Alves Pereira
Orientadora

LAVRAS – MG

2023

ANA CRISTINA MARCHETTE MARINHO

**EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E A REDUÇÃO DOS
IMPACTOS EM PROCESSOS INDUSTRIAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Química, para obtenção do título de Bacharel.

Prof^ª. Dr^ª. Cristiane Alves Pereira
DEG/UFLA

Prof. Dr. Luciano Jacob Corrêa
DEG/UFLA

Prof^ª. Dr^ª. Suellen Mendonça Nascimento
DEG/UFLA

LAVRAS – MG

2023

*À minha mãe Selma pelo carinho, compreensão em todas as etapas e por ser
meu maior exemplo de vida
Ao meu pai Flávio,
À minha irmã Ana Carolina, e
Aos meus amigos
Por todo apoio e amor.
Dedico*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mãe pelo suporte em toda a trajetória da graduação, por me encorajar mesmo nos momentos mais difíceis, por me ensinar a como ser resiliente e ser uma mulher mais forte. Ao meu pai agradeço por todo o suporte em todas as etapas da minha vida. À minha irmã Ana Carolina por ter sido o apoio que nossa família precisou desde que me mudei.

Agradeço aos meus avôs, que mesmo não estando mais no mundo terreno me instruíram desde nova que para alcançar meus objetivos eu precisaria estudar e batalhar por isso.

Aos meus amigos, obrigada por independente da distância, e das diferenças de fuso horário estiveram comigo quando precisei de apoio.

Por fim, agradeço a professora Cristiane e a todos os professores da graduação que ao longo da minha formação tiveram um papel fundamental.

RESUMO

O termo sustentabilidade surgiu a partir da preocupação diante aos impactos das ações humanas sobre o meio ambiente, com o intuito de preservação ambiental e conservação de recursos naturais. Porém, com evolução da sociedade e das tecnologias, o significado tornou-se amplo, sendo então introduzido uma nova palavra a este termo, passando a ser desenvolvimento sustentável definido pela Comissão de Brundtland, em 1987, para incorporar as dimensões sociais e econômicas. O presente trabalho consiste em uma revisão bibliográfica narrativa sobre a evolução do conceito de sustentabilidade, realizada por meio de pesquisa na ferramenta Google Acadêmico, Busca de Informações Científicas na base Scopus e consulta a livros acadêmicos que versam sobre o tema. As ferramentas de gestão foram o ponto de partida para as mudanças envolvendo as indústrias e sua produção. Surge então a necessidade de táticas aplicáveis à indústria, alterando diretamente a produção, promovendo mudanças diretamente na cadeia produtiva minimizando os impactos no meio ambiente. Será também abordado como as empresas e indústrias aplicam as ferramentas desenvolvidas para alcançar as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), dentre estas estratégias é apresentado ESG (*Environmental, Social and Governance*), Economia Circular, Avaliação do Ciclo de Vida e Indústria 4.0. Apesar dos avanços no desenvolvimento sustentável desde os anos 90, as ações para conservar o meio ambiente intensificaram-se apenas nas últimas três décadas, com destaque para a importância da sustentabilidade na melhoria contínua dos processos. A aplicação irresponsável de substâncias prejudiciais por motivos financeiros causou impactos significativos no meio ambiente e na saúde humana, com mudanças tardias para evitar as consequências. Os casos das empresas Danone, Ambev, Petrobras e Johnson & Johnson exemplificam a influência da sustentabilidade nos processos industriais, representando uma mudança na postura das corporações e sociedade como um todo.

Palavras-chaves: Desenvolvimento Sustentável; Meio Ambiente; ODS; ESG.

ABSTRACT

The term sustainability arose from concern about the impacts of human actions on the environment, with the aim of environmental preservation and conservation of natural resources. However, with the evolution of society and technologies, the meaning became broad, and a new word was then introduced into this term, becoming "sustainable development" defined by the Brundtland Commission in 1987 to incorporate social and economic dimensions. This research consists of a narrative bibliographical review of the evolution of the concept of sustainability, carried out using the Google Scholar tool, the Scopus Scientific Information Search and consulting academic books on the subject. Management tools were the starting point for changes involving industries and their production. The need then emerges for applicable tactics to the industry, directly altering production, promoting changes directly in the production chain and minimizing impacts on the environment. It will also look at how companies and industries applies the instruments developed to achieve their goals of the Sustainable Development Goals (SDGs), including ESG (Environmental, Social and Governance), Circular Economy, Life Cycle Assessment and Industry 4.0. Despite advances in sustainable development since the 1990s, actions that aim the environment conservation have intensified only in the last three decades, emphasizing the importance of sustainability in continuous process improvement. The irresponsible application of harmful substances for financial reasons has caused significant impacts on the environment and human health, with late changes to avoid the consequences. The cases of Danone, Ambev, Petrobras and Johnson & Johnson illustrate the influence of sustainability on industrial processes, representing a shift in the stance of corporations and society as a whole.

Keywords: Sustainable Development; Environmental; SDG; ESG.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM).....	19
Figura 2 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).....	22
Figura 3 – Outra forma de visualizar dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).	23
Figura 4 – Avaliação de Ciclo de Vida (ACV).	27
Figura 5 – Economia Circular.	29
Figura 6 – Aplicação da Estratégia de Produção Mais Limpa em uma indústria.....	30
Figura 7 – Doze Princípios da Química Verde.....	31
Figura 8 – Áreas contempladas no conceito de Indústria 4.0.....	35
Figura 9 – Resultados, ações e medidas ambientais que garantiram a certificação Carbon Trust na fábrica de Poço de Caldas, MG da Danone.....	40
Figura 10 – 13 ODSs aplicadas nas estratégias de negócios da cervejaria Ambev.....	41
Figura 11 – Estratégias ESG Petrobras.	43
Figura 12 – ODSs alcançadas pelas Estratégias de Meio Ambiente da Petrobras.	43
Figura 13 – Diversificação Rentável em quatro segmentos da Petrobras.	44
Figura 14 – ODSs alcançadas pelas Estratégias Sociais da Petrobras.....	45
Figura 15 – Investimentos Socioambiental e em Patrocínio Cultural, Esportivo e de Negócio, Ciência e Tecnologia (milhões de R\$).....	45
Figura 16 – ODSs alcançadas pelas Estratégias de Governança da Petrobras.	46
Figura 17 – ODSs alcançadas pela Promoção de equidade na saúde mundial da Johnson & Johnson.	47
Figura 18– ODSs alcançadas pela Capacitação de Funcionários da Johnson & Johnson.	47
Figura 19– ODSs alcançadas pela Proteção a saúde do meio ambiente e resiliência da Johnson & Johnson.	48
Figura 20 – ODSs alcançadas pela Liderança com responsabilidade e inovação da Johnson & Johnson.	48
Figura 21 – Fontes de Energia utilizada pelas indústrias da Johnson & Johnson.	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	METODOLOGIA	12
3	CONTEXTO HISTÓRICO DO CONCEITO SUSTENTABILIDADE	14
3.1	Primeiras impressões e conceito de sustentabilidade.....	14
3.2	Importantes episódios que prenunciaram o conceito de desenvolvimento sustentável.....	14
3.3	A 1ª Conferência da ONU sobre o meio ambiente e o PNUMA.....	16
3.4	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM)	18
3.5	Definição da Agenda 2030	20
4	FERRAMENTAS DE APLICAÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE DENTRO DAS INDÚSTRIAS	25
4.1	Environmental, Social, Governance (ESG)	25
4.2	Avaliação do Ciclo de Vida	26
4.3	Economia Circular	28
4.4	Produção Mais Limpa.....	29
4.5	Química Verde.....	31
4.6	Indústria 4.0.....	33
4.7	Sistema de Gestão de Qualidade.....	35
4.8	Sistemas de Gestão Ambiental	36
4.9	Certificações.....	37
5	APLICAÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE DENTRO DE EMPRESAS.....	39
5.1	Danone.....	39
5.2	Ambev	41
5.3	Petrobras.....	42
5.4	Johnson & Johnson.....	46
6	ANÁLISE CRÍTICA DA EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E A REDUÇÃO DOS IMPACTOS EM PROCESSOS INDUSTRIAIS	50
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

Até meados da década de 1945, a produção acadêmica carecia de pesquisas e discussões relacionadas aos impactos ambientais ocasionados pela ação antrópica. Este desenvolvimento no pensamento da sociedade sobre tais questões só se manifestou a partir de eventos marcantes no âmbito ambiental, como as explosões nucleares da Segunda Guerra Mundial, e o episódio de nevoeiro em Londres, que resultou na morte de milhares de pessoas (DAVID; VALE, 2018). Se tornando um tema de caráter emergencial apenas em 1970 (ROCHA, 2019).

O conceito de sustentabilidade surgiu com enfoque principal na preservação ambiental e a conservação de recursos naturais (TIOSSI; SIMON, 2021). No entanto, à medida que a sociedade evoluiu, novas formas de utilização dos recursos naturais também foram desenvolvidas, alguns provocando efeitos colaterais ao meio ambiente (ROCHA, 2019). Em 1987 um novo sentido é relacionado a este termo pela Comissão de Brundtland, relacionando a sustentabilidade para além de questões ambientais com a definição de “desenvolvimento sustentável” (ALMEIDA, 2020).

As metas de desenvolvimento sustentável e social em escala mundial junto à Organização das Nações Unidas (ONU), sendo a mais recente denominada como Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Esse conjunto compreende dezessete objetivos interligados, visando reduzir os impactos negativos da atividade humana.

De maneira a atingir estes ODS são aplicadas ferramentas de gestão nas corporações como o termo ESG, que representam os pilares *Environmental, Social, Governance*, do português Meio Ambiente, Social e Governança, que constituem um conceito de extrema relevância nos âmbitos empresarial e institucional na atualidade. As práticas associadas à aplicação das ferramentas derivam de políticas que fomentam a conservação ambiental e viabilizam o progresso social por meio de iniciativas que englobam entidades corporativas. Em outras palavras, a implementação dessas estratégias na contemporaneidade é conduzida por empresas, as quais assumem a responsabilidade pelos impactos ambientais e sociais decorrentes da implantação de suas operações industriais ou comerciais (BELINKY, 2022).

Outro recurso amplamente adotado em âmbito global consiste nas certificações *International Organization for Standardization*, em português, Organização Internacional para a Normalização. Estas diretrizes auxiliam no avanço das metas internacionais por meio da promoção da padronização em organizações. A ISO 14001 especificamente voltada para a

gestão e implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), representa não apenas uma ferramenta que contribui para o benefício da sociedade e meio ambiente, mas também proporciona um retorno direto às práticas de governança das empresas que a adotam, refletindo-se na redução de custos e aprimoramento dos processos produtivos (BENTO, 2022).

Além dos referidos instrumentos de gestão, as empresas têm experimentado mudanças em suas operações e logísticas com o propósito de alcançar os ODS estabelecido na Agenda 2030, como produção mais limpa, instrumento que promove redução de desperdícios, redução de custos operacionais e melhoria da imagem corporativa, por meio da análise das etapas de um processo.

Frente a essas transformações, tanto grandes quanto pequenas empresas implementam estratégias e ações distintas de forma contínua, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente, sociedade e a própria governança (ALMEIDA, 2020).

Diante das informações apresentadas, o objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso é contextualizar de que forma a evolução do conceito de sustentabilidade influenciou as abordagens industriais, avaliando as medidas adotadas por empresas para reduzir os impactos negativos sobre o meio ambiente, ergonomia e sociedade.

O presente trabalho, analisa o conceito histórico e as aplicações de ferramentas por meio de 7 capítulos, estruturados da seguinte forma: Capítulo 1 – “Introdução” com uma breve síntese de todos os pontos elencados no estudo. O Capítulo 2 – “Metodologia” explicita como foi estruturado a seleção das Referências e busca pelo tema. No Capítulo 3 – “Contexto Histórico do Conceito de Sustentabilidade” é feita uma análise da linha do tempo diante este termo. O Capítulo 4 – “Ferramentas de Aplicação do Conceito de Sustentabilidade Dentro das Indústrias” apresenta as táticas adotadas por diversas corporações e instituições de forma adequar-se diante a normativas e a sociedade. No Capítulo 5 – “Aplicação do Conceito de Sustentabilidade Dentro de Empresas” apresenta 4 empresas, Danone, Ambev, Johnson & Johnson e Petrobras, e suas estratégias adotadas para preservação do meio ambiente e diminuição dos seus impactos socioambientais. Já no Capítulo 6 – “Análise Crítica da Evolução do Conceito de Sustentabilidade e a Redução dos Impactos em Processos Industriais” expõe de forma direcionada como as sessões anteriores e seus subtópicos se relacionam entre si. Por sua vez o Capítulo 7 – “Considerações Finais” conclui a tese por meio de uma recapitulação de todo o conteúdo apresentado, junto com sugestões para trabalhos futuros.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho é de natureza teórica, baseada em um estudo narrativo exploratório do gênero revisão bibliográfica permitindo a formulação de indagações sobre um campo de estudo ou pesquisa. Este tipo de pesquisa possibilita maior alcance de informações, junto com a construção e definição da estrutura conceitual de estudo (GIL, 2002). O levantamento bibliográfico é um estudo que levanta documentos de referências por meio da busca por similaridades ou diferenças entre artigos, livros e meios de pesquisa (BREVIDELLI, de DOMENICO, 2008).

A presente pesquisa teve como principais fonte de busca a plataforma digital Google Acadêmico e Busca de Informações Científicas na base Scopus, essas ferramentas permitiram a obtenção de diferentes referenciais correlacionados a temática principal do estudo. Além disto foi utilizado a ferramenta de “Busca pelo Acervo” no site da Biblioteca da Universidade Federal de Lavras para consulta de livros acadêmicos.

As palavras-chave para a pesquisa foram “sustentabilidade”; “desenvolvimento sustentável”; “sustentabilidade e a indústria”; “Agenda 2030”; “ODS”; “ODM”; “ferramentas utilizadas pelas indústrias para alcance dos ODS”; “Economia Circular”; “Produção Mais Limpa”; “Avaliação do Ciclo de Vida”; “Química Verde”; “ISO”; “impactos dos processos industriais”. Após a busca foram selecionadas os artigos científicos, teses, dissertações a partir do ano de 2018 até 2023, e livros que norteassem o tema.

Em sequência a seleção das bases de referência foi construído a estrutura da referente pesquisa, iniciando com a construção de uma linha do tempo da evolução do conceito de sustentabilidade. A partir desta análise histórica da temática foi então selecionado as principais ferramentas utilizadas por indústrias para alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Como forma de complementar e explorar a temática foi estudado como as empresas aplicavam o conceito de sustentabilidade nos processos industriais e rotinas. Para isso, selecionou-se quatro indústrias de diferentes setores, sendo estes: indústria de laticínios, Danone, indústria petroquímica, Petrobras, indústria cervejeira, Ambev e indústria do ramo de tecnologia medicinal, Johnson & Johnson.

A última etapa realizada para a conclusão deste Trabalho de Conclusão de Curso foi a construção de uma análise crítica de toda a temática do trabalho e suas considerações finais. Dessa forma foi possível recapitular a evolução do conceito de sustentabilidade, relacionando este com as aplicações dentro das indústrias.

3 CONTEXTO HISTÓRICO DO CONCEITO SUSTENTABILIDADE

3.1 Primeiras impressões e conceito de sustentabilidade

O conceito de sustentabilidade representa uma abordagem para minimizar a possível escassez de recursos naturais, uma questão relevante desde o fim da Segunda Guerra Mundial. Ao longo do tempo, esse conceito se enraizou na cultura humana, orientando a busca por práticas que visam a utilização contínua e perpétua desses recursos (FEIL, 2017).

O termo sustentabilidade também pode ser definido como um

[...] princípio constitucional que determina, com eficácia direta e imediata, a responsabilidade do Estado e da sociedade pela concretização solidária do desenvolvimento material e imaterial, socialmente inclusivo, durável e equânime, ambientalmente limpo, inovador, ético e eficiente, no intuito de assegurar, preferencialmente de modo preventivo e precavido, no presente e no futuro, o direito ao bem-estar. (FREITAS, 2012, p. 41).

Os impactos da degradação dos ecossistemas e suas consequências na qualidade da vida humana passaram a preocupar as comunidades, que, percebendo a gravidade da situação adversa em que viviam, passaram a produzir normas de convívio entre os humanos e os elementos do ambiente. Esse movimento evoluiu, gradativamente, para a construção de uma ética socioambiental (MAZZAROTTO, 2020).

As inquietações relativas ao meio ambiente, aos elementos de caráter social e à governança corporativa ocupam atualmente grandes pautas em análises do futuro de empresas e do sistema capitalista global como um todo. Os possíveis motivos que levam organizações a incorporar as questões da sustentabilidade em seus discursos, práticas, políticas e estratégias têm uma longa trajetória de estudo e investigação (BELINKY, 2022).

3.2 Importantes episódios que prenunciaram o conceito de desenvolvimento sustentável

Para a compreensão do desenvolvimento diante deste conceito, é necessária uma síntese da evolução sócio-histórico deste estudo, apresentado a seguir.

“A compreensão e as discussões iniciais acerca da noção de um meio ambiente global tiveram início para além das disseminadas reuniões e fóruns internacionais realizados nos países mais desenvolvidos, onde, sabe-se, que os efeitos negativos da devastação ambiental começaram a serem sentidos primeiro. [...] A emergência de tais problemáticas ambientais motivou, principalmente, desde a emblemática década de 1970, uma crescente e constante preocupação com o ambiente global, em especial, posteriormente na década e de 1980, com as florestas tropicais” (ROCHA, 2019).

A temática Meio Ambiente, que em 1970 possuía um caráter de urgência, tiveram suas análises em relação a proteção ambiental em 1909 com o Congresso Internacional de Proteção a Natureza, realizado em Paris. Em 1913 foi criada uma Comissão Consultiva para a Proteção Internacional da Natureza, porém esta foi esquecida, junto com esta temática devido a Primeira Guerra Mundial, o período de recuperação desta e o início de uma nova guerra (McCORMICK, 1992 apud ROCHA, 2019).

Durante a Segunda Guerra Mundial, em 1945, os bombardeios nucleares em Hiroshima e Nagasaki foram fatores determinantes para a criação da conscientização socioambiental (DAVID; VALE, 2018). Os eventos provocaram a morte de mais de 200 mil pessoas, destruindo o ecossistema ao redor por cerca de mil metros do local da explosão, além disso a radiação emitida naquele território aumentou os casos de câncer na população durante diversos anos (GRACIANO, 2019).

Em 1948 fundou-se a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), atualmente a maior e mais diversificada rede ambiental do mundo (“*About IUCN*”). Esta organização foi uma das pioneiras em contribuir para ações que visam a proteção do mundo.

No ano de 1952, acontecia então outro grande evento influenciando sobre as questões ambientais no mundo inteiro, o *Big Smoke*, do português, O Grande Nevoeiro, nevoeiro que causou grande poluição atmosférica na cidade de Londres e matou milhares de pessoas (ANDRADE, 2017). Este episódio se tornou um “grande marco para a questão da qualidade do ar” isso porque

“[...] a elevada queima de carvão com eventos recorrentes de inversão térmica, dificultaram a dispersão de material particulado e dióxido de enxofre emitidos. Por esse motivo, uma espessa nuvem de poluição cobriu a cidade, dificultando a visibilidade e afetando a saúde da população exposta.” (BRITO, *et. al.* 2018).

Dez anos depois, em 1962, era lançado o livro Primavera Silenciosa em que a autora expôs as consequências e perigos do uso indiscriminado de pesticidas, relatando estudos

referentes ao desequilíbrio da fauna e da flora ocasionados ao uso dos produtos químicos que tinham como finalidade “erradicação de ervas daninhas” (BONZI, 2013). A autora Rachel Carson denunciava em seu livro o uso indiscriminado do pesticida químico DDT (Diclorro-Difenil-Tricloro-Etano), “utilizado na Segunda Guerra para combater piolhos em soldados e civis” (SILVA, 2018).

Segundo Silva (2018) o livro foi embasado

“[...] em grande pesquisa discute o uso indiscriminado de agrotóxicos por meio de pulverizações aéreas ou terrestres na agricultura ou em outras situações diárias, e o quanto esta nova poluição química pode afetar o solo, a água, os seres vivos e os ecossistemas como um todo; aponta a fragilidade na fiscalização do uso desses agentes químicos na época, e como a utilização irresponsável deles pode afetar, tanto o meio ambiente natural como o conhecemos, e a saúde humana, desequilibrando os processos fisiológicos de outros animais, vegetais e dos seres humanos, nos informando ser o uso irresponsável desses produtos um problema de saúde pública. O quadro maior é a problemática ambiental, a nossa relação com a natureza em meio ao progresso industrial tecnológico dos últimos tempos, não trata apenas de conservacionismo ou de protecionismo, além de indicar caminhos alternativos ao invés do emprego dos pesticidas químicos.”

A autora Carson (1962 citada por Silva, 2018) relaciona uma pesquisa sobre o pássaro falcão-peregrino, eventualmente extinto. Nesta pesquisa é relatado que os produtos químicos bloqueiam a absorção de cálcio pelas aves, tornando os ovos frágeis e quebradiços, afetando a sobrevivência dos filhotes. Dessa forma, a autora relaciona os danos causados a essa espécie com os possíveis efeitos negativos para os seres humanos.

3.3 A 1ª Conferência da ONU sobre o meio ambiente e o PNUMA

Em meados da década de 1970 iniciaram-se às primeiras práticas de conscientização da população com a publicação de um dos primeiros documentos discorrendo sobre o meio ambiente, estabelecendo as bases para a instalação da Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), principal autoridade ambiental do mundo, criado durante a Conferência de Estocolmo (DAVID; VALE, 2018).

Até o final desta década, o conceito de sustentabilidade não possuía uma definição doutrinária e de grande amplitude. A comunidade científica utilizava a palavra sustentável

como a possibilidade de um ecossistema permanecer em seu estado ecológico normal mesmo suportando as agressões decorrentes das atividades humanas (DAVID; VALE, 2018).

Já na década de 1980 o PNUMA um documento denominado Estratégia de Conservação Mundial, em inglês *World Conservation Strategy*, e em que define o conceito de desenvolvimento sustentável e molda a agenda global de desenvolvimento é lançado (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP, 2022).

Nesse documento, é afirmado que o desenvolvimento sustentável e a conservação da natureza estão intrinsecamente interligados. O desenvolvimento sustentável é descrito como a alteração da biosfera e a alocação de recursos com o propósito de satisfazer as necessidades humanas e aprimorar a qualidade de vida humana, enquanto a conservação envolve a gestão do uso humano da biosfera para satisfazer as demandas e objetivos das gerações futuras (BARBIERI, 2020).

Segundo Barbieri (2020) o documento continha os seguintes objetivos de garantir os processos ecológicos primordiais e os sistemas naturais vitais críticos para a sobrevivência e o progresso da espécie humana, salvaguardar a variabilidade genética e certificar o aproveitamento sustentável das espécies e dos ecossistemas que formam o alicerce da vida humana.

Em 1987 a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento elaborou o relatório de Brundtland, apresentando uma nova abordagem para o termo desenvolvimento sustentável, com a seguinte definição: “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (DAVID; VALE, 2018). Este relatório foi escrito pela comissão da ONU para discutir o tema de desenvolvimento e “surgiu como parte de um movimento de crescente preocupação com os impactos ambientais causados pelo crescimento econômico acelerado e desenfreado das nações” (MAGESTE, 2023).

Cinco anos depois ocorre então a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Cúpula da Terra, ou Rio-92, um evento em que grandes acordos ambientais foram estabelecidos com foco na sustentabilidade (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP, 2022). Durante este evento foi elaborado a Agenda 21, um plano de ação a ser adotada por nações de maneira global, nacional e local em todos os setores em que houver repercussões ambientais oriundas das atividades humanas, com aderência voluntária de 178 países (DAVID; VALE, 2018).

Em 1997 é realizada uma Assembleia Geral para discutir sobre o meio ambiente, conhecida como Earth Summit +5, com objetivo principal de acelerar a adoção da Agenda 21. Além disso, foi nesse ano em que o primeiro tratado internacional para controle de emissão de gases de efeito estufa, Protocolo de Kyoto, foi estabelecido (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP, 2022). Nesse documento os países estabeleceram que deveria haver a redução de cerca de 5% da emissão dos gases dióxido de carbono, metano, óxido de nitrogênio, hidrofluorcarbonos, perfluorcarbonos e hexafluor de enxofre, em relação a 1990, entre os anos de 2008 e 2012 (SCOVAZZI; LIMA, 2021).

3.4 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM)

Esses acontecimentos firmaram a responsabilidade compartilhada internacionalmente diante a preservação do meio ambiente. Além das questões ambientais, novas preocupações surgiam diante do desenvolvimento de outros setores e temas como direitos humanos e igualdade social e racial. Com isso, a ONU, em 2000, estabelece os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), oito objetivos contendo metas a serem atingidas (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP, 2022). A Figura 1, apresenta os oito objetivos, sendo eles:

1. Erradicar a extrema pobreza e a fome - Acabar com a fome e a miséria.
2. Atingir o Ensino Básico Universal – Garantir que todas as crianças tenham oportunidade de terminar o ensino primário.
3. Promover a igualdade de gêneros e a autonomia das mulheres – Eliminar as disparidades entre os sexos em todas as instâncias educacionais.
4. Reduzir a mortalidade infantil – Fornecer meios como tratamentos de saúde, vacinação e acesso a alimentação, para que a taxa de mortalidade de crianças decresça.
5. Melhorar a saúde materna – Garantir que as mulheres tenham acesso a saúde básica.
6. Combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças – Diminuir a incidência de casos dessas doenças e fornecer tratamento para as pessoas que contraíram estas.

7. Garantir a Sustentabilidade Ambiental - Reduzir os impactos ao meio ambiente, de forma a reverter as perdas dos recursos naturais, além de proporcionar acesso a água potável e saneamento básico.
8. Estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento – Unificar forças contra a desigualdade, auxiliando os países em desenvolvimento comercial e financeiro.

Figura 1 – Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM).



Fonte: ODM Brasil.

Em 2009, a Conferência sobre as Mudanças do Clima de Copenhague ocorreu, coincidindo com um momento de ampla mobilização social em resposta às preocupações ambientais emergentes. Nesse contexto, vários estudos alarmavam sobre as mudanças climáticas em curso em escala global, destacando o aumento da temperatura média do planeta (ALVES, 2021). Ao final deste evento foi estabelecido o Acordo de Copenhague, em que os Estados firmavam a meta de conter o aumento de temperatura média global, em que mais de 110 países assinaram o documento, dentre eles China, EUA, União Europeia, Rússia, Índia e Japão, Albânia e Zâmbia. Porém alguns países não participaram do acordo entre eles Bolívia, Venezuela, Nicarágua, Cuba (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP, 2022).

Em 2012 e após a Cúpula da Terra ocorre a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, também conhecida como Rio+20, esse evento destacou-se principalmente pela ampla discussão diante das desigualdades sociais e conflitos ambientais. A Cúpula dos Povos, evento paralelo a Rio+20, evidenciou a disputa entre processos gerenciais conectados diretamente ao mercado e a economia versus a luta contra os impactos ambientais; encorajou ações a fim de entrelaçar estas questões de forma a criar uma única agenda (MIRANDA; PORTO, 2012).

3.5 Definição da Agenda 2030

A partir das metas estabelecidas nas Conferências anteriores foi criada a Agenda 2030. Neste documento foram estabelecidas dezessete metas, que de forma ambiciosa envolvem questões de desenvolvimento sustentável nos aspectos social, económico e ambiental, em resposta aos aprendizados obtidos pelos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio da Agenda 21 (CENTRO REGIONAL DE INFORMAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - UNRIC, 2016).

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) define estes objetivos como “um apelo universal à ação para acabar com a pobreza, proteger o planeta e garantir que até 2030 todas as pessoas desfrutem de paz e prosperidade”.

Os dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável serão apresentados a seguir juntamente com suas definições correspondentes, também ilustrados pela Figura 2.

1. Erradicar a pobreza – Eliminar a pobreza em todas as suas formas. O maior desafio está no avanço desigual das sociedades de forma que certas partes da população mundial ainda possui um acesso restrito aos recursos e serviços básicos.
2. Erradicar a fome – Acabar com a fome e a desnutrição de toda a população, principalmente crianças. Os países em desenvolvimento possuem os maiores índices de baixa nutrição, sendo ocasionados muitas vezes pela degradação ambiental, seca ou perda de biodiversidade.
3. Saúde e Bem-estar – Assegurar uma vida saudável a todas as pessoas, fornecendo tratamentos a doenças infecciosas como HIV e doenças não transmissíveis, enfrentando o progresso desigual.

4. Educação de Qualidade – Este objetivo firma que até 2030 meninas e meninos de todas as idades tenham acesso à educação de forma gratuita, principalmente para a população mais pobre, visto que esta segmentação tem maior probabilidade de não frequentar a escola (PNUD).
5. Igualdade de Gênero – Garantir que mulheres e meninas não sofram discriminação devido a seu gênero. Os desafios frente a violência sexual, discriminação em cargos, desigualdade de tratamento e remuneração de diferentes formas é a maior barreira para este objetivo.
6. Água Potável e Saneamento – Fornecer o acesso a água potável para consumo e higiene básica de forma universal, assim enfrentando a escassez de água.
7. Energias Renováveis e Acessíveis – Garantir acesso a energia limpa e barata para todos, aprimorando a infraestrutura das fontes de energia, diminuindo os impactos ambientais ocasionados pela utilização de energias fósseis.
8. Trabalho Digno e Crescimento Econômico – Este objetivo tem a tarefa árdua de enfrentar as desigualdades, trabalho forçado, escravidão e o tráfico de pessoas, incentivando empreendedorismo e criação de novos empregos, promovendo crescimento econômico.
9. Indústria, Inovação e Infraestruturas – Investimento no desenvolvimento de inovações e infraestruturas de maneira sustentável, com isso novas soluções são criadas, permitindo acesso à informação para toda população.
10. Redução das Desigualdades – Diminuir as disparidades dentro de cada país e entre países, por meio de incentivos e políticas que promovam a inclusão econômica e monitoramento dos mercados.
11. Cidades e Comunidades Sustentáveis – Promover o avanço das cidades de forma inclusiva, segura e sustentável, criando oportunidades de crescimento, criação de negócios e investimento em infraestrutura urbana.
12. Produção e Consumos Sustentáveis – Educar a população para que haja produtividade e consumo dos recursos de maneira adequada, incentivando a reciclagem e a redução de desperdício.
13. Ação Climática – Garantir mudanças e medidas para que os impactos ambientais sejam minimizados e prevenidos.
14. Proteger a Vida Marinha – Conservação da Vida Marinha, utilizando de forma sustentável os oceanos e mares sem gerar desequilíbrio nestes ecossistemas.

15. Proteger a Vida Terrestre – Assim como o ODS 14, este objetivo visa a Conservação da Vida Terrestre, protegendo florestas, animais, e a biodiversidade como um todo.
16. Paz, Justiça e Instituições Eficazes – Garantir segurança e pacificidade a todos proporcionando acesso à justiça, direito humano e uma governança efetiva; reduzindo a violência e os conflitos.
17. Parcerias para a Implementação dos Objetivos - Promover ações e meios de implementação de todos os objetivos por meio da cooperação entre governos, países e instituições.

Figura 2 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).



Fonte: CENTRO REGIONAL DE INFORMAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - UNRIC (2016).

Em 2016, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram introduzidos e organizados em três categorias principais: biosfera, sociedade e economia, conforme ilustrado na Figura 3. No topo dessa figura, encontra-se o objetivo 17, que requer a parceria entre as instituições de esforços para ser alcançado. Esse objetivo global é precedido por metas relacionadas à sociedade (objetivos 1, 2, 3, 4, 5, 7, 11, 16) e, em seguida, metas relacionadas à economia (representadas pelos objetivos 8, 9, 10 e 12). Essa estrutura de segmentada possibilita

uma análise integrada destas três esferas, enfatizando a interconexão e a relevância da correlação entre esses aspectos e o meio ambiente, simbolizado na base da estrutura pelos objetivos 6, 13, 14 e 15.

O conceito de sustentabilidade evoluiu para um significado muito além de questões relacionadas a preservação e conservação dos recursos naturais, mas sim um conjunto de preocupações envolvendo todos os ecossistemas. Os dezessete ODS passam então a ser norteadores de estratégias administrativas para as indústrias e empresas, visto que há um desenvolvimento da conscientização da população por receio as consequências do uso inadequado dos recursos da natureza (TIOSSI; SIMON, 2021).

Figura 3 – Outra forma de visualizar dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).



Fonte: Stockholm University, 2016.

Assim à medida que cresce a apreensão relacionada à degradação do meio ambiente, as organizações passaram a exigir uma reavaliação de suas estratégias de utilização dos recursos

naturais e impactos no meio ambiente e sociedade, incorporando ferramentas de gestão como Produção Mais Limpa e Economia Circular. Além desses mecanismos certificações ISO e Selo B-Corp e normas ambientais se tornaram um importante meio para avaliar a responsabilidade das empresas. Essas novas táticas surgiam então, para promover uma transformação no setor industrial, demonstrando um compromisso da instituição com a sustentabilidade (BENTO, 2022).

4 FERRAMENTAS DE APLICAÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE DENTRO DAS INDÚSTRIAS

4.1 Environmental, Social, Governance (ESG)

Dentre as ferramentas utilizadas para alcançar os ODS estão as estratégias ESG das quais as empresas e indústrias aderentes divulgam suas práticas, investimentos e resultados de forma a promover a conscientização da população diante a responsabilidade ambiental e social destas (ZAMBON; *et. al.* 2023).

A sigla ESG compõe o termo referente às questões do meio ambiente, social e de governança diante do âmbito empresarial, sendo este o palco de diversas discussões atuais. A primeira menção a este termo se deu com o relatório *Who Cares Wins: Connecting Financial Markets to a Changing World*, desenvolvido pelo Pacto Global em 2004, momento em que o mercado direcionou a atenção para as questões ambientais e sociais no espectro corporativo, para além da mera busca pelo ganho financeiro (ATCHABAHIAN, 2022).

Segundo Belinky (2022) é possível definição de alguns pontos como pertencentes a estas estratégias ESG, sendo elas:

- “Focalizar questões nas quais os interesses do negócio coincidem com os da sociedade, ou seja, em que ir ao encontro das demandas sociais gera benefício para o negócio.
- Identificar nas questões enfocadas oportunidades de minimização de risco e/ou ganho de competitividade.
- Buscar dados sobre essas questões, de modo que estas possam ser incorporadas aos processos de análise e apoio à decisão de investidores, dirigentes e gestores.
- Recomendar que os dados sejam incluídos no ciclo regular de reporte das empresas, juntamente com as informações usualmente fornecidas ao mercado, como demonstrações financeiras, notas explicativas, *earnings calls* e relatórios anuais.
- Reconhecer na atenção aos aspectos ambientais, sociais e de governança uma oportunidade para ampliação e qualificação da perspectiva estratégica do negócio – gestão de recurso, riscos e oportunidades – contribuindo para seu sucesso.
- Sobrepor-se às perspectivas “mais densas” relacionando negócios e sustentabilidade.”

Mazzioni *et. al.* (2023) destaca que as ações aplicadas com base no ESG agregam valor para as empresas, acarretando em resultados positivos para acionistas e todas as partes interessadas.

Segundo Rissato (2023) algumas práticas sustentáveis possuem mais destaque no contexto empresarial, dentre elas a eficiência energética que consiste em minimizar o consumo de energia por meio de novas tecnologias mais eficientes ou com fontes alternativas aos combustíveis fósseis. Outra tática é a gestão de resíduos, “minimizando o desperdício e o acúmulo de resíduos sólidos” envolvendo ações de “redução, reutilização e reciclagem”. Em consonância com os pontos anteriores está o investimento em novas tecnologias sustentáveis, envolvendo por exemplo pesquisas de redução de consumo de água e energia, produtos químicos de menor impacto ambiental e adaptação de processos para melhor aproveitamento das matérias-primas.

Além das estratégias ambientais ações de responsabilidade social como apoio a comunidades, projetos sociais, treinamentos de capacitação de pessoas de baixa renda são importantes pontos trabalhados dentro do ESG. Outra prática de destaque é a transparência corporativa de todas as ações envolvendo meio ambiente e sociedade, se relacionando diretamente com as ações empregadas pela governança (RISSATO, 2023).

A adesão de estratégias ESG permitiu que diversas empresas alcançassem uma melhora no desempenho e conseqüentemente no seu valor de mercado, isto porque muitas dessas estratégias visam a exploração de toda a matéria-prima até os resíduos produzidos nos processos industriais (MAZZIONI *et. al.*, 2023). No capítulo 5 serão apresentadas empresas de grande renome industrial que já aplicam estas práticas na sua rotina.

4.2 Avaliação do Ciclo de Vida

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um recurso utilizado para o estudo dos impactos ambientais de um ciclo de produção, podendo ser de dois tipos: berço ao túmulo ou berço ao portão. Esta análise permite a identificação dos potenciais melhorias no processo industrial, envolvendo desde a obtenção da matéria-prima (berço), a distribuição (portão) e o descarte (túmulo), ilustrado na Figura 4 (DUTRA, *et. al.* 2019). A diferença entre o processo ilustrado e a aplicação de uma ACV do berço ao portão é que nesta abordagem o estudo é feito desde a

extração de matérias-primas até a saída do produto da fábrica, com enfoque nos processos dentro da indústria.

A ACV divide-se em quatro fases, objetivo e escopo, análise do inventário de ciclo de vida (ICV), avaliação dos impactos e interpretação dos resultados (DUTRA, *et. al.* 2019). O primeiro passo é a delimitar o objetivo que este processo está sendo aplicado e quais serão os fluxos estudados, incluindo “contexto do estudo ao qual estão associados, a quem e como os resultados serão comunicados” (COLTRO, 2007).

Na segunda fase é confeccionado um fluxograma do processo em estudo, delimitando as fronteiras e obtenção de dados de entradas e saídas de cada etapa do fluxo. Com os dados já coletados, calcula-se os impactos ambientais, como emissões de gases, consumo da matéria-prima, combustíveis gastos no transporte, poluição, entre outros (COLTRO, 2007; DUTRA, *et. al.* 2019).

Figura 4 – Avaliação de Ciclo de Vida (ACV).



Fonte: EDIFICAr Jr.

Segundo Coltro (2007) na última etapa faz-se um “resumo com todos os resultados da análise de inventário e da avaliação de impacto obtidos no estudo”. Finalizando com a interpretação dos resultados e identificação dos aspectos que possam ser aprimorados de forma a minimizar os impactos ambientais (DUTRA, *et. al.* 2019).

A Figura 4 ilustra um ciclo de vida envolvendo processamento, produção, distribuição, consumidores e reciclagem, se o fluxo a ser avaliado for do berço ao túmulo é necessário então a aquisição dos dados de cada uma dessas etapas.

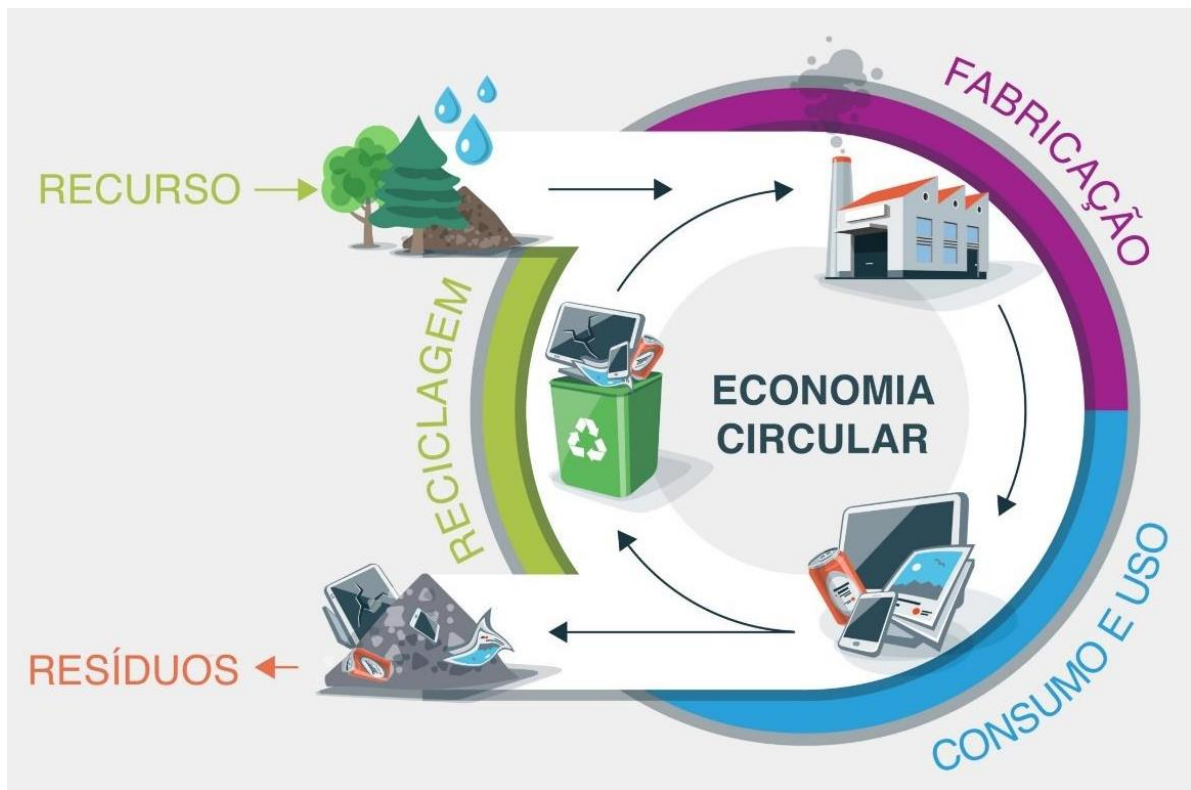
4.3 Economia Circular

A Economia Circular surge com propósito similar às destas estratégias de ESG, propondo que haja a melhor utilização dos recursos e reaproveitamento dos materiais que seriam previamente descartados. Este mecanismo contribui de forma direta no meio ambiente, evitando um abuso da exploração de matérias primas e contaminação da natureza por meio de resíduos (TIOSSI; SIMON, 2021).

As práticas dessa ferramenta contemplam conceitos envolvendo a produção como um todo, reestruturando processos industriais em todo o do ciclo de vida. A Figura 5, demonstra a estruturação desse conceito, no qual os recursos naturais em conjunto com os materiais reciclados, são utilizados como matéria prima para a fabricação de bens de consumo.

Durante o processo de produção dos bens, conforme ilustrado, surgem os subprodutos, enquanto os elementos passíveis de reciclagem são submetidos a esse procedimento, reintegrando-se ao ciclo de produção.

Figura 5 – Economia Circular.



Fonte: Mundo Isopor (2021).

4.4 Produção Mais Limpa

Outra ferramenta que se relaciona ao conceito de sustentabilidade, à avaliação do ciclo de vida e à economia circular é a Produção Mais Limpa (P+L). Esta técnica estabelece um modelo de produção com o propósito de fomentar uma cultura empresarial voltada para a conservação ambiental e minimização de resíduos. O êxito dessa metodologia não se limita apenas a indicadores numéricos, mas abarca a incorporação de práticas sustentáveis em toda cadeia produtiva, abrangendo desde os equipamentos e produtos até o comprometimento dos colaboradores (WACHHOLZ *et al.*, 2020).

A Figura 6 ilustra como as modificações envolvendo a P+L são implementadas em uma estrutura organizacional ou industrial que varia de acordo com o Nível de Produção, com o Nível 1 representando o início da produção e o Nível 3 indicando a fase final deste processo.

Figura 6 – Aplicação da Estratégia de Produção Mais Limpa em uma indústria.



Fonte: Adaptado de Fagundes; *et. al.* (2015).

A implementação da Estratégia de Produção Mais Limpa a indústria é orientada com base em dois objetivos primordiais. O primeiro objetivo consiste na Minimização de resíduos e emissões de gases poluentes, desdobrando-se em duas abordagens: Nível 1, que se concentra Redução na fonte, e o Nível 2, que se concentra na Reciclagem interna. O primeiro nível se subdivide de duas formas, que envolvem a modificação no produto ou a alteração no processo, que pode ser realizada por meio da adaptação de tecnologia, substituição de matérias-primas ou *Housekeeping* (práticas de manutenção e organização do ambiente) (FAGUNDES; SILVA; MELLO, 2015).

Já o segundo objetivo diz respeito a Reutilização de resíduos e emissões, que é caracterizado como Nível 3. Esse princípio pode ser aplicado de forma segmentada em duas táticas: reutilização dentro dos Ciclos biogênicos (como por exemplo compostagem) e a Reciclagem externa, que se subdivide em Estruturas e Materiais. Este conceito de Reutilização

relaciona-se diretamente com as diretrizes da aplicação da economia circular. Além disso, para que novas oportunidades sejam estruturadas dentro de um processo industrial, é necessário a compreensão do ciclo de vida de cada produto.

4.5 Química Verde

A Química Verde, iniciada por volta de 1940, é então desenvolvida com o objetivo de diminuir a utilização de compostos químicos que possam ser maléficos para os seres humanos (MARO, *et. al.* 2019). Em conjunto com essas alterações o objetivo vai além de evitar mais danos ao meio ambiente e à sociedade, mas reverter os prejuízos causados pela contaminação e utilização de químicos que de alguma forma influenciam no ecossistema (BASTOS, 2019).

O estudo diante a Química Verde provocou transformações em vários segmentos, desde a indústria de bens de consumo até biorrefinarias, que agora direcionam recursos para investigações relacionadas a diversas metodologias de produção de energia (GOMES *et al.*, 2018). Essa abordagem é fundamentada em doze princípios, os quais estão detalhados na Figura 7.

Figura 7 – Doze Princípios da Química Verde.



Fonte: TNT nano.

Os doze princípios em questão foram formulados por Paul Anastas na década de 90, e, documentado no livro *Green Chemistry* (PCC group, 2020). Sendo estes apresentados por Anastas e Warner (1998 citado por MARO, *et. al.* 2019):

1. Prevenção da produção de resíduos - Evitar a produção destes para que não seja necessário o tratamento após sua formação.
2. Eficiência Atômica – Os métodos de síntese química devem ser estruturados de forma que o produto incorpore os reagentes em seu máximo.
3. Síntese Segura – Os processos químicos devem utilizar e gerar substâncias com baixa ou nenhuma toxicidade.
4. Desenvolvimento de Produtos Seguros – Os produtos devem cumprir suas funções, porém com a menor toxicidade possível.
5. Uso de Solventes e Auxiliares Seguros – Não utilizar reagentes tóxicos, e se possível utilizar substâncias inócuas, ou seja, que não causam danos.
6. Busca pela Eficiência de Energia – Desenvolvimento de processos que ocorram a temperatura e pressão ambientes, evitando os impactos econômicos e ambientais da geração de energia.
7. Uso de Fontes de Matéria-prima Renováveis – Sempre que seja economicamente e tecnicamente viável substituir as matérias-primas não renováveis.
8. Evitar Formação de Derivados – Evitar produção de subprodutos e resíduos.
9. Catálise – Utilização de reagentes catalíticos (seletivos) no lugar de reagentes estequiométricos.
10. Produtos Degradáveis – Os produtos químicos devem ser produzidos de forma que se decomponham em produtos de degradação inofensivos e não persistam no ambiente.
11. Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição – Monitoramento constante dos processos para evitar a formação de substâncias perigosas.
12. Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes – Todo o processo químico deve ser escolhido de forma a minimizar os potenciais acidentes, como fugas de gases, explosões e incêndios, com a maior segurança ocupacional e ambiental.

As diretrizes apresentadas funcionam como orientações fundamentais para a concepção de processos químicos que minimizem qualquer efeito adverso sobre o meio ambiente e a saúde

humana. À medida que a ciência avança, novas tecnologias e abordagens são continuamente desenvolvidas, com um enfoque contínuo na sustentabilidade e preservação ambiental (BASTOS, 2019).

4.6 Indústria 4.0

Atualmente um outro conceito muito utilizado é o de Indústria 4.0, este modelo retrata o desenvolvimento das tecnologias e processos industriais diante do conceito de sustentabilidade. Este padrão industrial consiste em diferentes tecnologias e práticas associadas de forma a reduzir os aspectos negativos e aumentar os positivos dentro de uma cadeia de produção (MAROSTICA, 2021).

A Indústria 4.0, ou também denominada 4ª Revolução Industrial tem como objetivos principais o aprimoramento da eficiência energética, diminuição do tempo necessário para lançar um produto no mercado e o crescimento da produção. A evolução desse modelo de produção tem um importante papel diante a promoção da sustentabilidade, proporcionando benefícios econômicos e ambientais (SANCHES, et. al. 2018).

Conforme apresentado na Figura 8, há uma combinação de diferentes tecnologias como a nuvem, manufatura aditiva, realidade aumentada, *big data* e *analytics*, robôs, simulações, integração de sistemas, internet industrial e segurança cibernética. A integração dessas rotinas permite uma economia em recursos e um aumento na produtividade (MAROSTICA, 2021).

As áreas da Indústria 4.0 ilustradas na Figura 8 possuem diferentes objetivos, conforme explicado por Rodrigues:

1. Robôs – A Robótica é utilizada em atividades padronizadas como carga, descarga, montagem, entrada de dados e rastreamento de pedidos, automatizando processos que poderia haver o desgaste humano.
2. Simulação – Estes sistemas permitem que sejam criados modelos digitais de equipamentos e processos imitando a realidade, para estudos de diferentes eventos ao inserir diversificadas variáveis e condições.
3. Integração de Sistemas – O objetivo principal desta área é a rápida troca de informação entre diferentes sistemas e áreas do processo industrial, para que os

dados possam ser analisados, influenciando diretamente nas decisões gerenciais de um negócio.

4. Internet Industrial – Esta área é responsável pela interconexão entre processos e infraestruturas, assim é possível a integração dos processos em redes que permitirão a comunicação remota e/ou controlada, resultando em ganhos de eficiência.
5. Segurança Cibernética – É um conjunto de softwares e infraestruturas de hardware, com objetivo principal de proteger informações e tratamento de ameaças de risco nos sistemas de informação interligados.
6. Nuvem – A computação em nuvem permite o armazenamento e compartilhamento de dados de forma flexível, evitando investimentos altos em equipamentos e equipes de suporte.
7. Manufatura Aditiva – É a produção de peças por meio de software de modelagem tridimensional e impressão 3D, permitindo a criação de estruturas de diferentes materiais e formas conforme o objetivo desta.
8. Realidade Aumentada – Esta tecnologia integra o mundo virtual ao mundo físico, por meio de treinamentos e comunicação, aumentando a produtividade e segurança.
9. *Big Data* e *Analytics* – Esta área atua com dados de grande variedade e complexidade, utilizados para resolver problemas de negócios. A análise destes dados necessita da utilização de técnicas estatísticas e de aprendizagem que não é possível por meio de análise humana, sendo fundamental a utilização de um computador.

As áreas mencionadas compartilham um objetivo comum de conservação do meio ambiente e redução dos impactos resultantes das atividades industriais, embora a implementação de cada uma delas varie em termos de abordagem e aplicação específica.

Figura 8 – Áreas contempladas no conceito de Indústria 4.0.



Fonte: RODRIGUES.

4.7 Sistema de Gestão de Qualidade

Para avaliar um produto ou serviço tem-se como fator principal a qualidade, que inicialmente era caracterizada por meio de padrões de técnicas e estruturas, que asseguravam a homogeneidade do produto. Na contemporaneidade, esse conceito está diretamente conectado à crescente competição de mercado de forma a atender as exigências dos consumidores (PEDREIRO; SILVA, 2023).

O controle de qualidade antes da Segunda Guerra Mundial se dava por inspeção individual dos processos, porém após a guerra ocorreram modificações em todo o mundo. O meio de verificação após a guerra destacava a “[...] satisfação do cliente quanto ao uso do seu produto” (ISHIDA, OLIVEIRA, 2019).

O avanço das técnicas e tecnologias permite então a redefinição do conceito da qualidade.

“A qualidade passa a ser considerada desde o início do desenvolvimento do produto até o chegar no consumidor final, compreendendo toda a organização, assim, todos os funcionários independentes de seus cargos hierárquicos, devem estar envolvidos e comprometidos com as atividades de melhoria da qualidade” (ISHIDA; OLIVEIRA, 2019).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define a série ISO 9000 como método de promover um reconhecimento diante à gestão da qualidade, e o foco em melhoria contínua (BENTO; LACORTE, 2021). Uma empresa validada de acordo com essa norma não necessariamente tem a certificação de qualidade do produto, mas

“[...] confirma que as táticas podem ser utilizadas em complemento com normas de qualidade de produto, assim como podem ser aplicadas de maneira integrada com outras normas de gestão, como, por exemplo, gestão ambiental, gestão de risco ou de segurança e saúde ocupacional” (VIANA, 2015).

Já a Série 17025 “indica os requisitos para laboratórios de ensaio, calibração e amostragem abrangendo a gestão da qualidade e a competência técnica, em áreas específicas”. Além disso, esta norma abrange os requisitos da norma 9001, garantindo a qualidade dos procedimentos. Dessa forma as empresas com esta certificação garantem a adequação dos processos laboratoriais de forma que sejam obtidos resultados válidos (VIANA, 2015).

4.8 Sistemas de Gestão Ambiental

O Sistema de Gestão Ambiental é um conjunto amplo de ideias e regras que afetam as decisões ambientais e os sistemas de controle de qualidade, de forma a auxiliar no desenvolvimento estratégico das empresas (PEIXE *et. al.*, 2019).

Enquanto a ISO 9001 aborda da Gestão da Qualidade, a ISO 14001, especificamente, confere a verificação que seus processos e atividades estão em consonância com as práticas de gestão ambiental (BENTO; LACORTE, 2021). O Sistema de Gestão Ambiental guiado por essa norma “define a política ambiental, planos e ações” para as corporações e organizações (PEIXE *et. al.*, 2019).

Segundo Pinto (2018 citado por GOMES, 2020)

“Ao implementar um SGA a organização reduz a poluição nas diversas formas, o consumo de energia, a utilização de recursos naturais, a degradação

dos ecossistemas e a perda da biodiversidade – preocupações iminentes e globais. Além disso, a redução das perdas e a otimização do uso dos recursos naturais, para além de preservar o ambiente, assegura a eficiência produtiva e proporciona qualidade de vida às populações, bem como o desenvolvimento das comunidades onde se inserem”.

O SGA possui como alicerce o conceito de sustentabilidade, visto que este aborda a capacidade de satisfazer as demandas presentes, como por exemplo produção de alimentos e combustíveis, mas de forma que isto não prejudique a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades (RISSATO, 2023).

Rissato (2023) também destaca que as normas da NBR ISO 14001 “podem ser definidas como um ciclo, se iniciando com a definição da empresa das suas políticas ambientais, seguido de um planejamento, para implementação, ações corretivas, análise crítica, a fim de atingir a melhoria contínua”.

4.9 Certificações

Para que uma empresa seja reconhecida por suas iniciativas de qualidade, conscientização e preservação ambiental, existem selos e certificações que são empregadores para atestar suas abordagens, incluindo as suas táticas, sendo estes Certificações ISO e Selo B-corp.

A Empresa B, ou seja, que possui certificado Selo B-corp, se enquadra conforme certos padrões de “desempenho social e ambiental, transparência e responsabilidade” distinguindo-as de empresas que fazem do tema uma estratégia de marketing para promover um *greenwashing*, estratégia para promover propagandas falsas diante práticas sustentáveis de uma empresa (VASCONCELLOS, 2019).

Dessa forma é possível afirmar que “a certificação de uma empresa reconhece a competência técnica dos organismos de avaliação da conformidade que executam certificações de produtos, sistemas de gestão, pessoas, processos ou serviços.” (INMETRO, 2023).

De acordo com Rezende; *et. al.* (2015), as empresas certificadas recebem:

1. A confirmação que os fornecedores atendam aos padrões mínimos de qualidade;
2. Engajamento e estímulo dos colaboradores em relação à meta compartilhada de obter e manter a validação de qualidade;

3. Monitoramento contínuo da eficácia do sistema implementado, incluindo a modificação diante as discrepâncias identificadas;
4. Adequação às demandas e requisitos do mercado
5. Demonstração do comprometimento da empresa no que se refere à prestação de serviços e produtos de alta qualidade;
6. Melhoria na eficiência decorrente da aprimorada integração entre as funções da empresa, alocação de responsabilidade e capacitações dos colaboradores;
7. Desenvolvimento de um sistema de gestão adaptado à situação da empresa, proporcionando potencial para aumentos significativos na produtividade.

5 APLICAÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE DENTRO DE EMPRESAS

Segundo Meneses (2021), a responsabilidade socioambiental de uma empresa é orientada com base na aderência de normas que estejam em concordância com a responsabilização constante dos impactos e ações sobre a sociedade e o meio ambiente. Dessa forma, a adequação com atividades que estejam de acordo com o conceito de sustentabilidade é de suma importância em ponto de vista empresarial e social.

A autora Meneses (2021) também afirma que

“[...] a certificação ou adequação a normas internacionais não serve para que a empresa seja considerada acima de quaisquer suspeitas, mas sim mostrar que caminha junto com os deveres inerentes a qualquer organização social.

[...]

A empresa, como importante agente econômico no mercado brasileiro, alinhada aos ODS, potencializa sua ação e tem importantes vantagens competitivas, está mais preparada a atender as necessidades de seus clientes, relacionam-se melhor com a sociedade, governos, políticas públicas e incentivos.”

Desse modo as organizações e empresas passaram a adotar medidas e regulamentações para construir e transformar a relação da empresa com a sociedade. Com o propósito de demonstrar como diversas segmentações industriais adotam estratégias alinhadas com a promoção da sustentabilidade, serão expostos casos em que as próprias empresas comunicam suas iniciativas e transformações na cadeia produtiva. Dentre eles a Danone, a Ambev, Johnson & Johnson e Petrobras, conforme segue.

5.1 Danone

A Danone, uma empresa alimentícia, obteve a certificação de Empresa B desde março de 2021, e detém a certificação *Carbon Trust*. Esta última atesta que a fábrica cumpre três pilares ambientais: neutralidade de carbono, redução do uso de água e zero resíduos para aterro sanitário.

A empresa é conhecida por suas práticas amplamente divulgadas, refletindo seu sólido compromisso ambiental, social e de governança. As iniciativas ambientais adotadas pela fábrica, localizada em Poços de Caldas, MG, resultaram na sua certificação *Carbon Trust*, ilustrada na Figura 9.

Figura 9 – Resultados, ações e medidas ambientais que garantiram a certificação Carbon Trust na fábrica de Poços de Caldas, MG da Danone.



Fonte: Unidade de Produção de Nutrição Especializada – MG (DANONE).

A conquista da neutralidade de carbono foi viabilizada pela transição de fonte de energia, com a substituição integral por energia solar. As emissões de carbono restantes decorrentes das operações industriais foram compensadas por meio de investimentos em projetos de conservação ambiental (Unidade de Produção de Nutrição Especializada – MG).

A redução do consumo de água se deu a partir da implementação de um sistema de captação e tratamento de água pluvial, com posterior armazenamento. E a eliminação total de resíduos destinados a aterro é decorrente da readaptação dos fluxos e reciclagem dentro da própria fábrica (Unidade de Produção de Nutrição Especializada – MG).

A alteração da fonte de energia, reuso de água e reciclagem são medidas muito utilizadas na Produção Mais Limpa e Economia Circular. No entanto, a empresa Danone não informa, de forma pública, qual ferramenta de gestão foi utilizada, contudo é possível verificar similaridades com as estratégias apresentadas anteriormente.

5.2 Ambev

A cervejaria Ambev apresenta a ferramenta de gestão utilizada diretamente em seu Relatório Anual e de ESG Ambev 2021 retratando as táticas aplicadas para promover a sustentabilidade. Este documento expressa que ODS são incorporados em suas estratégias de negócios, conforme Figura 10.

Figura 10 – 13 ODS aplicadas nas estratégias de negócios da cervejaria Ambev.



Fonte: Ambev (2021).

Os três pilares da ferramenta ESG são subdivididos em diferentes estratégias apresentadas no relatório a seguir:

1. Meio Ambiente:

- a. Programa Bacias e Florestas – Projeto de restauração e conservação de florestas, uso do solo, água e saneamento, além de capacitar e educar a população diante o conceito de preservação ambiental.
- b. Economia Circular - aplicação da ferramenta de gestão, coletando mais de 1400 toneladas de embalagens, evitando a emissão de mais de 240 toneladas de emissões de CO₂.

- c. Ações Climáticas – Primeira grande cervejaria (Ponta Grossa, PR), primeira maltaria (Passo Fundo, RS) e primeiro centro de distribuição (CDD Joinville, SC) carbono neutro do Brasil. As unidades foram planejadas e estruturadas para que seus processos reduzissem as emissões de CO₂ e seus remanescentes neutralizados.

2. Sociedade

- a. AMA – Projeto criado para promover o acesso a água potável da população necessitada, todo o lucro das vendas dos produtos AMA é revertido nos processos de infraestrutura para estas comunidades.
- b. VOA – Programa de transformação social, em que os funcionários dão mentorias e treinamentos as ONGs, com isso atuam no desenvolvimento, educação e geração de oportunidades para crianças e jovens que não teriam acesso a estes estudos.

3. Governança:

- a. Transparência – a pauta sustentabilidade é uma visão estratégica para promover a geração de valor dentro da empresa.
- b. Ética – cuidado com os funcionários, os fornecedores, os parceiros e os clientes e consumidores.

A empresa, Ambev, expressa sua estratégia principal como a ESG, em junção de outros projetos sociais e ambientais, além de aplicar a ferramenta de Economia Circular. Os resultados alcançados por meio dessas estratégias são divulgados em seus relatórios anuais e seu site.

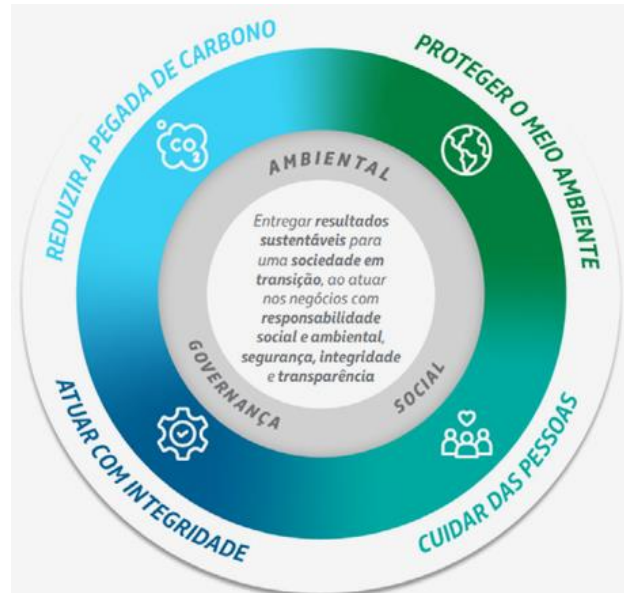
5.3 Petrobras

A indústria petroquímica, Petrobras, assim como a cervejaria, expressa suas estratégias ESG, conforme Figura 11, por meio do Relatório de Sustentabilidade 2022, documento anual apresentado por esta indústria.

No segmento meio ambiente a petroquímica possui dois grandes focos: a redução a pegada de carbono e proteção do meio ambiente, mostrando aderência com 10 ODS (Figura 12). Sendo os principais temas materiais descritos em seu relatório a resiliência climática,

prevenção e gestão de acidentes, biodiversidade, água e efluentes e gestão de resíduos e descomissionamento (Relatório de Sustentabilidade Petrobras, 2022).

Figura 11 – Estratégias ESG Petrobras.



Fonte: Relatório de Sustentabilidade Petrobras (2022).

Figura 12 – ODSs alcançadas pelas Estratégias de Meio Ambiente da Petrobras.



Fonte: Relatório de Sustentabilidade Petrobras (2022).

Em 2023 a Petrobras investiu cerca de 200 milhões de reais em novas tecnologias de refino para atender os parâmetros de emissões de gases atmosféricos. Segundo a empresa o

“equipamento, chamado precipitador eletrostático, é capaz de capturar material particulado presente no gás pela adição de um forte campo elétrico. Esse material, após ser recolhido e transportado, serve como insumo na indústria de argamassa. Com esse processo, a concentração de particulados no gás emitido será inferior a $75\text{mg}/\text{Nm}^3$ ” (Petrobras investe R\$ 200 milhões em novos sistemas de tratamento de gases nas refinarias Replan e Refap, 2023).

Com esta concentração de particulados a petroquímica enquadrando-se dentro das normas da Resolução 436 de 12/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Outros investimentos são realizados de maneira diversificada em estudos voltados para energia eólica *Offshore* (energia proveniente da força dos ventos em alto-mar), Hidrogênio, Captura de Carbono e o Biorefino conforme Figura 13 (ESG: meio ambiente, social e governança, 2022).

Figura 13 – Diversificação Rentável em quatro segmentos da Petrobras.



Fonte: Petrobras (2022).

Outra estratégia de meio ambiente, é a sua proteção, para isso a Petrobras possui projetos e programas com esse enfoque. O Programa Mar Azul tem como objetivo prevenção e contenção de possíveis vazamentos. O Projeto Dinâmica de Barreiras de Segurança de Processo é uma das práticas do programa, este utiliza da tecnologia para monitoramento integral das operações (ESG: meio ambiente, social e governança, 2022).

Já o segmento Social, a empresa destaca suas atividades voltadas para as comunidades locais e tradicionais, com práticas trabalhistas que permitem igualdade de oportunidade, garantindo segurança e bem-estar, contemplando também 10 ODS (Figura 14).

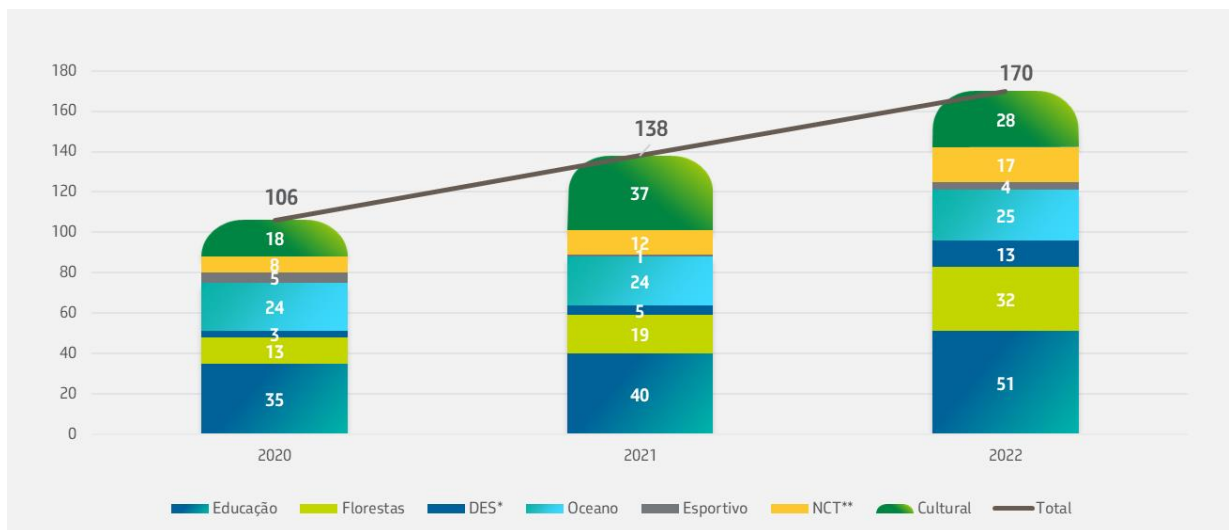
Figura 14 – ODS alcançadas pelas Estratégias Sociais da Petrobras.



Fonte: Relatório de Sustentabilidade Petrobras (2022).

Os investimentos socioambientais realizados pela Petrobras em patrocínio cultural, esportivo e de negócio, ciência e tecnologia a cada ano aumentam em milhões de reais, conforme mostra a Figura 15.

Figura 15 – Investimentos Socioambiental e em Patrocínio Cultural, Esportivo e de Negócio, Ciência e Tecnologia (milhões de R\$).



Fonte: ESG: meio ambiente, social e governança (2022).

Já no segmento Governança, a petroquímica contempla 8 ODS, conforme Figura 16. Sua atuação concentra-se nos impactos econômicos e a integridade nos negócios, suas estratégias concentram-se em aspectos de integridade empresarial, posicionamento em relação à ética e anticorrupção promovendo um ambiente justo.

Figura 16 – ODS alcançadas pelas Estratégias de Governança da Petrobras.



Fonte: Relatório de Sustentabilidade Petrobras (2022).

De forma geral a Petrobras abrange suas táticas de diferentes formas, aplicando junto as estratégias ESG ferramentas de gestão. O investimento em estudos e equipamentos tecnológicos e menos nocivos liga-se diretamente as ferramentas Produção Mais Limpa e Química Verde.

5.4 Johnson & Johnson

A Johnson & Johnson, empresa de saúde, investiu em 2021, 800 milhões de reais em seu plano ESG, dentre suas conquistas principais está a embalagem do absorvente da marca Sempre Livre, a primeira embalagem do portfólio da empresa a reduzir 10,25% a pegada de Carbono (CONSTANCIO, 2021).

Para promover as estratégias ESG, a empresa de saúde, segue quatro subdivisões algumas destas será apresentada a seguir, juntamente com seus ODS, conforme apresentado nas Figuras 17 a 20:

1. Promover a equidade na saúde mundial
 - a. Planos de Acesso Global
 - b. Acessos a tratamento de HIV, tuberculose, entre outras doenças
 - c. Apoio aos profissionais de saúde da linha de frente
 - d. Campanhas de vacinação
 - e. Cuidados de saúde para as mulheres

Figura 17 – ODS alcançadas pela Promoção de equidade na saúde mundial da Johnson & Johnson.



Fonte: Adaptado ESG Strategy (2023).

2. Capacitar os nossos colaboradores
 - a. Diante a diversidade, equidade e inclusão.
 - b. Mulheres, Negros e outras diversidades na gestão.
 - c. Envolver os funcionários com os objetivos da empresa.
 - d. Pontuação da força de trabalho mais saudável.

Figura 18– ODS alcançadas pela Capacitação de Funcionários da Johnson & Johnson.



Fonte: Adaptado ESG Strategy (2023).

3. Proteção a saúde do meio ambiente
 - a. Estudos referentes a ação para conter mudanças climática.
 - b. Redução de Emissões de gases.
 - c. Sustentabilidade ambiental global.

- d. Saúde humana e do ambiente.
- e. Biodiversidade.
- f. Política de Fornecimento Responsável de óleo de palma.
- g. Embalagens sustentáveis.
- h. Energia Renovável.

Figura 19 – ODS alcançadas pela Proteção a saúde do meio ambiente e resiliência da Johnson & Johnson.



Fonte: Adaptado ESG Strategy (2023).

- 4. Liderar com responsabilidade e inovação
 - a. Estratégia ESG
 - b. Sustentabilidade do fornecedor
 - c. Código de Conduta Empresarial
 - d. Direitos Humanos
 - e. Diversidade de fornecedores
 - f. Políticas Públicas e Envolvimento Político
 - g. Parcerias para a globalidade

Figura 20 – ODS alcançadas pela Liderança com responsabilidade e inovação da Johnson & Johnson.

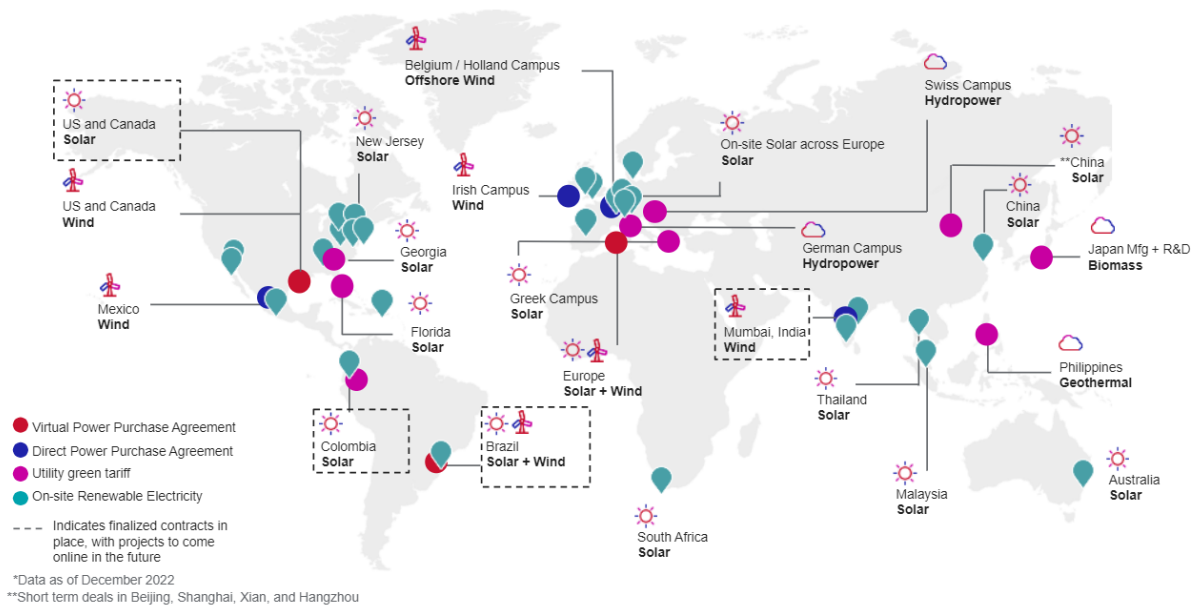


Fonte: Adaptado ESG Strategy (2023).

Os quatro pontos apresentados se relacionam diretamente com as estratégias ESG, cada aspecto se enquadra nas separações dessa ferramenta. Os tópicos promover a equidade na saúde mundial e capacitar os nossos colaboradores estão diretamente relacionados com o segmento Social de forma externa e interna da empresa, respectivamente. Por sua vez o terceiro e quarto elemento estão relacionados ao Meio Ambiente e a Governança.

No relatório anual de 2022 a Johnson & Johnson divulga também que cerca de 65% da energia utilizada globalmente em suas unidades é obtida por meio de fontes renováveis, com exceção da Europa, pois as suas fábricas já alcançam 100% (Figura 21).

Figura 21 – Fontes de Energia utilizada pelas indústrias da Johnson & Johnson.



Fonte: Relatório ESG *Strategy*.

As diferentes abordagens das empresas diante a aplicação de estratégias e ferramentas envolvendo a sustentabilidade demonstram o quão amplo este conceito pode ser explorado e estudado diante as mais diversas segmentações industriais. Além disso, verifica-se uma similaridade no posicionamento das quatro indústrias, o empenho na preservação do meio ambiente, impactos sociais e o quanto a governança está relacionada com a adequação destas frente à estas questões.

6 ANÁLISE CRÍTICA DA EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E A REDUÇÃO DOS IMPACTOS EM PROCESSOS INDUSTRIAIS

A aplicação de substâncias nocivas com a finalidade com foco exclusivo em ganhos financeiros ou vantagens comerciais e territoriais, acarretaram consequências significantes tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana. A reflexão diante a utilização desses produtos e processos teve início tardio, quando inúmeros processos já exerciam impactos adversos nos ecossistemas.

Conforme apresentado previamente neste trabalho, os avanços diante o desenvolvimento sustentável, com objetivo de preservação e conservação para as gerações futuras, cresceram consideravelmente após a década de 90. Isso transmite que apesar das consequências as ações antropológicas há mais de oitenta anos, apenas nos últimos trinta anos essas ações foram intensificadas.

A sustentabilidade é um conceito de suma importância diante às novas tecnologias e evolução da sociedade. Segundo Feil (2017) e Freitas (2019), este conceito permite a melhoria contínua dos processos de forma preventiva e corretiva, para que haja um equilíbrio da utilização dos recursos naturais.

Apesar disto é necessário destacar que muitos dos impactos ambientais foram minimizados com as aplicações das estratégias e ferramentas de qualidade, porém não é possível afirmar que o cenário foi revertido.

A Agenda 2030 e a definição dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis marcaram a mudança de postura da governança de empresas e dos países como um todo. Segundo Peter Haberle (citado por Meneses, 2021) esta Agenda representa uma oportunidade para a inovação, abrindo portas para novas perspectivas e requerendo a participação integral de todas as partes da sociedade, com o objetivo de promover a solidariedade entre diferentes gerações.

O presente trabalho apresenta diferentes ferramentas integradas pelas corporações e organizações de forma a orientar seus resultados conforme normas de SGQ e SGA em seus processos. Com isto as táticas são vinculadas diretamente com o conceito de sustentabilidade, já que a integração destas ferramentas permite a identificação de impactos ambientais, eficiência operacional, atendimento a normas legais, melhoria contínua e gestão de risco.

Para finalizar, Sanches (2018) destaca que a nova revolução industrial tem um papel importante na sustentabilidade, visto que em suas estruturas há uma contribuição direta nas questões “econômicas, ambientais e sociais em toda a cadeia de valor”. As diferentes áreas apresentadas da indústria 4.0 se conectam diretamente com este conceito de sustentabilidade por meio da eficiência energética reduzindo o impacto ambiental; monitoramento ambiental por meio de sensores; redução de resíduos com a produção personalizada, produzindo de acordo com a demanda; logística inteligente otimizando rotas e reduzindo emissões de carbono, entre diversos outros pontos. Conforme apresentado nos estudos de caso das empresas Danone, a Ambev, Johnson & Johnson e Petrobras.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No âmbito deste estudo, é abordada a evolução do conceito de sustentabilidade desde os impactos ambientais decorrentes da Segunda Guerra Mundial e das consequências advindas de aplicação de substâncias tóxicas na agricultura e processos industriais. Destaca-se a relevância das ferramentas de gestão no delineamento de estratégias para a mitigação de impactos, sejam elas corretivas ou paliativas.

Dentre essas ferramentas, a Economia Circular, cujo enfoque reside na análise abrangente da cadeia de valor de produtos e recursos, visa a minimização do desperdício e a promoção da reciclagem.

A Produção Mais Limpa (P+L), por sua vez, concentra-se a otimização dos processos industriais com o propósito de reduzir tanto os impactos ambientais quanto a geração de resíduos.

Já a Química Verde emerge como uma aliada fundamental das mencionadas ferramentas, uma vez que o seu escopo se concentra no design de produtos e processos de forma a evitar o uso de substâncias tóxicas ou perigosas, tanto para o ser humano quanto para o meio ambiente.

Outra ferramenta adicional alinhada ao princípio da sustentabilidade é a Avaliação do Ciclo de Vida, que não apenas constitui uma metodologia de avaliação ambiental que acompanha um produto ao longo de todo seu ciclo de vida, mas também desempenha um papel de destaque na tomada de decisões voltadas para a sustentabilidade. Isso ocorre porque esse método possibilita a identificação dos procedimentos e processos que exercem o maior impacto sobre o meio ambiente.

O surgimento da Indústria 4.0 é a evolução industrial de diferentes setores focadas na introdução de tecnologias avançadas para tornar a produção mais eficiente, flexível e conectada. Assim alterações podem ser feitas rapidamente, além de permitir a alteração dentro dos processos de forma mais assertiva.

Os casos apresentados das quatro empresas, Danone, Ambev, Petrobras Johnson & Johnson retratam como que a evolução de um conceito voltado para a preservação socioambiental influenciou diretamente em processos industriais. Em cada uma das empresas foram aplicadas metodologias diferentes e objetivos que convergem para a aderência aos ODS e colaboram com o Alcance da Agenda 2030.

Portanto, a abordagem diante a evolução do conceito de sustentabilidade, juntamente com a redução dos impactos em processos industriais é uma importante referência para profissionais da Engenharia Química. Isso porque as análises com base nas estratégias desenvolvidas para preservação do ambiente e alteração dos processos industriais de multinacionais, demonstram como o avanço tecnológico altera diretamente os processos de uma produção.

Como sugestões para trabalhos futuros, pode-se citar o estudo bibliométrico para abordar a ocorrência de produções científicas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, juntamente com uma análise da linha do tempo e das regiões mundiais que apresentem maior atuação.

REFERÊNCIAS

- About IUCN.** Disponível em: <https://www.iucn.org/about-iucn>. Acesso em: 17 maio. 2023.
- ALMEIDA, O. C. Uma análise sobre as medidas para intensificar a sustentabilidade na Indústria química brasileira.** São Carlos, São Paulo. Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. 2020.
- ALVES, A. C. A participação social como requisito da governança ambiental: a voz da sociedade nas conferências do clima de Copenhague e Paris.** Revista de Direito Público Contemporâneo, v. 1, n. 1, 2021.
- AMBEV. Relatório Anual e de ESG Ambev 2021.** Disponível em: <https://www.ambev.com.br/sustentabilidade>. Acesso em: 25 out. 2023.
- ANDRADE, J. C. DE. História Hoje: Há 65 anos, Londres era tomada pelo nevoeiro de fumaça que matou milhares de pessoas.** Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/acervo/educacao/audio/2017-12/historia-hoje-ha-65-anos-londres-era-tomada-pelo-nevoeiro-de-fumaca-que-matou/>. Acesso em: 12 maio. 2023.
- ATCHABAHIAN, A. C. R. C. ESG: Teoria e prática para a verdadeira sustentabilidade nos negócios.** São Paulo: São Paulo Expressa, 2022.
- BARBIERI, J. C. Desenvolvimento sustentável: das origens à Agenda 2030.** Editora Vozes, 2020.
- BASTOS, J. B. V. Intensificação de processos e química verde: importância para as indústrias farmacêutica, cosméticos, alimentícia e biorrefinarias.** Revista Fitos, v. 13, n. 1, p. 74–93, abr. 2019.
- BELINKY, A. ODS OU ESG? A CRIAÇÃO DE UM ARTEFATO PARA ANÁLISE DE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO OU ORIENTAÇÃO DE NEGÓCIOS PELA PERSPECTIVA DA SUSTENTABILIDADE.** São Paulo: FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS, 2022.
- BENTO, B. S. ANÁLISE DA CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL ISO 14001 VERSÃO 2015: um importante instrumento na busca da sustentabilidade no setor de energia.** Bambuí: Insituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2022.
- BENTO, B. S.; LACORTE, G. A. Levantamento das principais alterações da certificação ambiental ISO 14001, versão 2015.** Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.12, n.8, p.625-632, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.008.0048> Acesso em: 20 out. 2023.

BONZI, R. S. **Meio século de Primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo.** Half Century of Silent Spring: a Book that Changed the World. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 28, 2013.

BREVIDELLI M. M., de DOMENICO, E. B.; **Trabalho de conclusão de curso: guia prático para docentes e alunos da área da saúde.** 2a ed. São Paulo. 2008.

BRITO, GF da S.; SODRÉ, F. F.; ALMEIDA, F. V. **O impacto do material particulado na qualidade do ar.** *Revista Virtual de Química*, v. 10, n. 05, p. 1335-1354, 2018.

CENTRO REGIONAL DE INFORMAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - UNIC. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).** 2016. Disponível em: <https://unicrio.org.br/onubrasil/odm/>.

CENTRO REGIONAL DE INFORMAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – UNRIC. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – 17 objetivos para transformar o nosso mundo.** Disponível em: <https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 20 mai. 2023.

COLTRO, L. *et al.* **Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão.** Campinas: Cetea/Ital, v. 1. ISBN 978-85-7029-083-0. 2007.

CONSTANCIO, F. **Para onde vão os US\$ 800 milhões do plano ESG da Johnson & Johnson** CONSUMIDOR MODERNO. 2021. Disponível em: <https://consumidormoderno.com.br/2021/05/27/us-800-milhoes-plano-esg-johnson-johnson/>. Acesso em: 25 out. 2023.

DANONE. **Empresa B Certificada.** Disponível em: https://corporate.danone.com.br/empresa-b-certificada_. Acesso em: 25 out. 2023.

DANONE. **Unidade de Produção de Nutrição Especializada – MG.** Disponível em: <https://corporate.danone.com.br/fabrica-nutricao-especializada-mg>. Acesso em: 25 out. 2023.

DAVID, A. P. S. P. do V. B.; VALE, A. L. S. de C. P. do. **O surgimento do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade.** *In:* BRANCO FILHO, T. C. T.; VILHENA, M. S.; SOUZA, A. S. H. (org.). *A contemporaneidade dos direitos civis, difusos e coletivos.* Rio de Janeiro: Jurismestre, 2018. p. 54-73. 2012.

DUTRA, A. C.; MEDERIOS, G. A. de; GIANELLI, B. F. **LIFE CYCLE ASSESSMENT AS AN ANALYZING TOOL FOR ENVIRONMENTAL IMPACTS AND CONCEPT APPLIED TO EDUCATION PROGRAMS.** *Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB)*, Rio de Janeiro, n. 51, p. 15–27, 2019. DOI: 10.5327/Z2176-947820190399. Disponível em: https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/78. Acesso em: 26 oct. 2023.

EDIFICar Jr. **Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): Importância e as 4 fases.** Disponível em: <https://edificarjr.com/avaliacao-do-ciclo-de-vida/>. Acesso em: 25 out. 2023.

FAGUNDES, A. B.; SILVA, M. C. D.; MELLO, R. **A gestão dos resíduos industriais em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos: Uma contribuição para Micro e Pequenas Empresas.** v. 36, n. 1, p. 6, 2015.

FEIL, A. A. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados.** 2017. SCIELO. DOI: <https://doi.org/10.1590/1679-395157473>. Acesso em: 25 out. 2023.

FREITAS, J. **Sustentabilidade: direito ao futuro.** 2019. 4 ed. ISBN: 978-85-450-0589-6.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas S. A, 2002.

GOMES JÚNIOR, F. da S. **Desenvolvimento sustentável: conceitos, modelos e propostas para mensurações.** Revista Ambientale, v. 3, n. 3, p. 85–98, 2012. Disponível em: <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/87>. Acesso em: 5 nov. 2023.

GOMES, F. D. da S. **Implementação de um Sistema de Gestão Ambiental de acordo com a ISO 14001: 2015.** 2020. Tese de Doutorado em Engenharia Química. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

GOMES, R. N.; LIMA, P. S.; KURIYAMA, S. N.; FIDALGO NETO, A. **Desenvolvimento da química verde no cenário industrial brasileiro.** Revista Fitos. Edição Especial. p. 80–89, 2018. Rio de Janeiro - RJ, Brazil. Disponível em: www.revistafitos.far.fiocruz.br. Acesso em: 24 out. 2023

GOOGLE ACADÊMICO. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2018&as_yhi=2023&q=surgimento+do+conceito+de+sustentabilidade&btnG=. Acesso em: 20 ago. 2023.

GRACIANO, D. E. **DESASTRES AMBIENTAIS – TUTELA JURÍDICA BRASILEIRA E MEDIDAS PREVENTIVAS.** ANÁPOLIS: UniEVANGÉLICA, 2019.

INMETRO. **Acreditar Organismos de Certificação ou Verificação: O que é?** Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/acreditar-organismos-de-certificaca>. Acesso em: 25 out. 2023.

ISHIDA, J. P.; OLIVEIRA, D. A. **Um estudo sobre a Gestão da Qualidade: conceitos, ferramentas, custos e implantação.** Toledo Prudente – Centro Universitário. ISSN:21-768498. 2019. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/view/7742/67648340>. Acesso em: 13 nov. 2023.

JOHNSON & JOHNSON. **Sustentabilidade.** Disponível em: <https://www.jnjbrasil.com.br/advsustentabilidademarcos>. Acesso em: 25 out. 2023.

MAGESTE, A. E. S. **Uma análise do conceito de desenvolvimento sustentável apresentada no relatório Brundtland (1987) a partir da perspectiva decolonial.** 2023. 24f. Trabalho de

Conclusão de Curso (Graduação em Direito) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

MARO, B. A.; RECHELO, B. S.; TÓTOLI, E. G.; KOGAWA, A. C.; SALGADO, H. R. N. **Evolution of green chemistry and its multidimensionais impacts: A review**. Saudi Pharmaceutical Journal. v. 27, n. 1, p. 1-8. 2019. ISSN 1319-0164. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S131901641830152X>. Acesso em: 11 nov. 2023.

MAROSTICA, S. J. F. **Indústria 4.0, Inovação e Sustentabilidade**. 7 ago. 2021. Disponível em: <https://via.ufsc.br/industria-4-0-inovacao-e-sustentabilidade/>. Acesso em: 23 out. 2023.

MAZZAROTTO, A. de S. **Ética e desenvolvimento sustentável (ODS)**. 1. ed. São Paulo: Contentus, 2020. 1 recurso online ISBN 9786557453384.

MAZZIONI, S., ASCARI, C., RODOLFO, N. M., DAL MAGRO, C. B. (2023). **Reflexos das práticas ESG e da adesão aos ODS na reputação corporativa e no valor de mercado**. RGO - Revista Gestão Organizacional, 16(3), 59-77. <http://dx.doi.org/10.22277/rgo.v16i3.7394>.

MENESES, H. C. et al. **A eficácia da agenda 2030 como instrumento de responsabilização social no direito empresarial brasileiro: o debate acerca dos pilares para um novo modelo de autorregulação empresarial no ordenamento jurídico**. 2021.153 f. Dissertação de Mestrado em Direito, Universidade Nove de Julho, São Paulo.

MIRANDA, A. C. DE; PORTO, M. F. **Reflexões sobre a Rio + 20, a Cúpula dos Povos e a Saúde Coletiva**. jun. 2012.

MUNDO ISOPOR. **Economia Circular: Conheça as ações da KNAUF para o desenvolvimento mais sustentável**. Disponível em: <https://www.mundoisopor.com.br/sustentabilidade/economia-circular>. Acesso em: 25 out. 2023.

ODM Brasil. **Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**. Disponível em: <http://www.odmbrasil.gov.br/os-objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio>. Acesso em: 25 out. 2023.

PCC group. **O que os 12 Princípios da Química Verde nos ensinam?** Fabricante de especialidades químicas. 24 set. 2020. Disponível em: <https://www.products.pcc.eu/pt/blog/o-que-os-12-principios-da-quimica-verde-nos-ensinam/>. Acesso em: 24 out. 2023.

PEDREIRO, L.; SILVA, V. DE S. DA. **GESTÃO DA QUALIDADE**:. Revista Fatecnológica da Fatec-Jahu, v. 16, n. 1, p. 36-51, DOI: <https://doi.org/10.54628/issn2763-5600.v16.1.2022.205>. 13 mar. 2023.

PEIXE, B. C. S. *et al.* **Fatores relacionados com a maturidade do sistema de gestão ambiental de empresas industriais brasileiras**. Revista de Administração de Empresas, v. 59, p. 29-42, 2019.

PETROBRAS. **Petrobras investe R\$ 200 milhões em novos sistemas de tratamento de gases nas refinarias Replan e Refap.** 2023. Disponível em: <https://agencia.petrobras.com.br/pt/sustentabilidade/petrobras-investe-r-200-milhoes-em-novos-sistemas-de-tratamento-de-gases-nas-refinarias-replan-e-refap-10-07-2023/>. Acesso em: 25 out. 2023.

PETROBRAS. **ESG: meio ambiente, social e governança.** 2022. Disponível em: <https://www.investidorpetrobras.com.br/esg-meio-ambiente-social-e-governanca/meio-ambiente/>. Acesso em: 25 out. 2023.

PETROBRAS. **Relatório de Sustentabilidade 2022.** 2022. Disponível em: <https://sustentabilidade.petrobras.com.br/documents/1449993/fb79d8de-b9d4-dad7-1513-1e0394df6578>. Acesso em: 25 out. 2023.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **ODS em Ação.** Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 08 nov. 2023.

REZENDE, M.; ROSALEM, V.; FERNANDES, Q.; CAETANO, F.; SANTOS, A.; **"CERTIFICAÇÃO COMO ELEMENTO DA VANTAGEM COMPETITIVA"**, p. 21-35. In: Seminário de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação da Regional Catalão (2.: 2014: Goiás) Coletânea Interdisciplinar em Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação - Volume 3 : Engenharias, Saúde e Gestão. Anais. São Paulo: Blucher, 2015. ISBN: 978-85-8039-113-8, DOI 10.5151/9788580391138-V3_Cap2.

RISSATO, H. R. **Estratégias de gestão ambiental adotadas por empresas conectadas com as diretrizes Meio Ambiente, Social e Governança (ESG) e seus impactos no desenvolvimento socioeconômico sustentável.** 2023. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/18519>. Acesso em 14 nov. 2023.

ROCHA, W. M. **“Da belle-epoque à bréa-epoque”**: Relações Internacionais e a governança das mudanças climáticas na Amazônia: um diálogo entre o público, o privado e o internacional no desenvolvimento sustentável dos Estados do Pará e do Amazonas. 2019. 235 f., il. Tese (Doutorado em Relações Internacionais) Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

RODRIGUES, J. **4 tecnologias da Indústria 4.0.** CULTE. Disponível em: <https://blog.culte.com.br/4-tecnologias-da-industria-4-0/>. Acesso em: 23 out. 2023.

SANCHES, B. C.; CARVALHO, E. S.; GOMES, F. F. B. **A INDÚSTRIA 4.0 E SUAS CONTRIBUIÇÕES À SUSTENTABILIDADE.** Revista Engenharia e Tecnologia Aplicada. ISSN: 2595-6264. Universidade ENIVERITAS/UNG. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.33947/2595-6264-v2n1-3673>. Acesso em: 24 out. 2023

SCIELO. Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 02 out. 2023.

SCOPUS. Disponível em: <https://www.scopus.com/home.uri?zone=header&origin=searchauthorfreelookup>. Acesso em: 14 set. 2023.

SCOVAZZI, T.; LIMA, L. C. **DO PROTOCOLO DE KYOTO AO ACORDO DE PARIS**. REVISTA DA FACULDADE DE DIREITO DA UFMG, v. 78, p. 469-476, 2021.

SILVA, R. P. DA. **Primavera Silenciosa: Um olhar a partir das perspectivas Inter e Transdisciplinar**. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/3518>. Acesso em: 12 nov. 2023.

STOCKHOLM RESILIENCE CENTER. **A new way of viewing the Sustainable Development Goals and how they are all linked to food**. 2016. Disponível em: <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-how-food-connects-all-the-sdgs.html>. Acesso em: 20 set. 2023.

TIOSSI, F. M.; SIMON, A. T. **Economia Circular: suas contribuições para o desenvolvimento da Sustentabilidade**. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 2, p. 11912-11927. ISSN: 2525-8761. DOI:10.34117/bjdv7n2-017. 2021.

TNT NANO. **TNT nano: Por que somos sustentáveis?** Disponível em: <https://tnsnano.com/em-alta/tns-nano-por-que-somos-sustentaveis/>. Acesso em: 25 out. 2023.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. **Marcos ambientais: Linha do tempo dos 75 anos da ONU**. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/news-and-stories/story/environmental-moments-un75-timeline>. Acesso em: 17 maio. 2023.

VASCONCELLOS, P. M. **Análise das variáveis que influenciam a adesão das empresas a certificação B Corp**. São Paulo: FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS, 11 mar. 2019. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10438/27328>. Acesso em: 20 out. 2023.

VIANA, G. **Gestão Integrada da Qualidade: ISO 9000/9001: 2015**. Ciência & Inovação, gilv. 5, n. 1, 2020.

WACHHOLZ, L. A. et al. **ESTUDO SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE MEDIDAS DE PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA DE CALÇADOS**. Revista Valore, 2020.

ZAMBON, M.; FREITAS, E. M.; CARVALHO, G. G. **Abordagens Essenciais de Marketing para Empresas ESG**. Revista Científica *Zoom Business Review* - ISSN 2764-5142, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 39–66, 2023. Disponível em: <https://www.zoom.zamboneducacional.com/index.php/zbr/article/view/12>. Acesso em: 25 out. 2023.