

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS REALEZA  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**KRYSTIANE KATIA DAMIM**

**CIRCULAÇÃO DO TEMA QUÍMICA VERDE NAS REVISTAS PESQUISA FAPESP  
E SUPERINTERESSANTE: ANÁLISE DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO  
CIENTÍFICA**

**REALEZA – PR**

**2021**

**KRYSTIANE KATIA DAMIM**

**CIRCULAÇÃO DO TEMA QUÍMICA VERDE NAS REVISTAS PESQUISA FAPESP  
E SUPERINTERESSANTE: ANÁLISE DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO  
CIENTÍFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Professora Dra. Claudia Almeida Fioresi

**REALEZA – PR**

**2021**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Damim, Krystiane Katia  
CIRCULAÇÃO DO TEMA QUÍMICA VERDE NAS REVISTAS  
PESQUISA FAPESP E SUPERINTERESSANTE: ANÁLISE DE TEXTOS  
DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA / Krystiane Katia Damim. --  
2021.

53 f.:il.

Orientadora: Doutora Claudia Almeida Fioresi

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Licenciatura em Química, Realeza, PR, 2021.

1. Divulgação Científica. 2. Química Verde. 3. Ensino  
de Química. I. Fioresi, Claudia Almeida, orient. II.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**KRYSTIANE KATIA DAMIM**

**CIRCULAÇÃO DO TEMA QUÍMICA VERDE NAS REVISTAS PESQUISA FAPESP  
E SUPERINTERESSANTE: ANÁLISE DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO  
CIENTÍFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Licenciada em Química.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 16/10/2021.

**BANCA EXAMINADORA**

*Claudia Almeida Fioresi*

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Almeida Fioresi – UFFS  
Orientadora



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fernanda de Oliveira Lima – UFFS  
Avaliadora

*Jackson Cacciamani*

---

Prof. Dr. Jackson Luís Martins Cacciamani – UFFS  
Avaliador

Dedico este trabalho,  
À Deus,  
À Santa Rita de Cássia.  
À minha mãe, minha família e meus queridos mestres....  
Minhas maiores certezas.

## AGRADECIMENTOS

O fim de uma jornada e o início de uma nova?

Sim! Valeu a pena! Cada minuto, cada renúncia para que isso pudesse se concretizar.

De fato, estava ansiosa para poder escrever os meus agradecimentos ao fim deste TCC, e assim poder expressar a minha gratidão a tantos que cruzaram o meu caminho, é um privilégio de ser agraciada ao longo da caminhada por pessoas como vocês, seja através de uma simples palavra, uma ação ou um sorriso...

- Agradeço primeiramente a Deus pelo Dom da vida. Obrigada Senhor por me dar coragem, forças e iluminação na escolha dos meus caminhos e por me proporcionar saúde física e mental para vencer cada obstáculo e poder chegar até aqui.
- Agradeço a minha maravilhosa orientadora, por ter aceitado embarcar nessa comigo e ser o instrumento usado por Deus para que tudo isso acontecesse, um exemplo de mulher e profissional, Prof<sup>a</sup> Dra. Claudia Almeida Fioresi, “O que eu faria sem você?” Muito obrigado pela sua generosidade, assertividade, simpatia e atenção desde a nossa primeira conversa. Confesso que tudo parecia tão distante, incerto e difícil, mas você soube como me guiar neste percurso cheio de dúvidas, expectativas e desafios. Obrigada por seus sábios e valiosos ensinamentos, sugestões e contribuições apresentadas com tanta paciência, cumplicidade, dedicação, apoio, suporte, incentivo, coerência, eficiência, amizade, carinho e desprendimento em ajudar-me no desenvolvimento deste trabalho. Meu reconhecimento, respeito e admiração.
- Agradeço a toda minha família, que são a base de tudo. Em especial:
- À minha Mãe Maria Salete Damim, sinônimo de inspiração, força e perseverança, mulher vitoriosa, por todo o zelo, dedicação, apoio, incentivo, confiança, amor, inspiração, compreensão, carinho, valores, conselhos, por não desistir de mim e sempre investir na minha formação.
- Aos meus queridos irmãos: Geferson Fernando Damim, Gilberto Jorge Damim e Luci Ane Damim Zanetti pelo apoio e atenção.
- À meu pai Laurindo Arcangelo Damim (*in memoriam*), por tudo que me ensinou, e que hoje brilha e olha por mim, do céu. Saudades eternas.

- À minha segunda família que com o apoio, compreensão e o carinho da minha sogra, Claudete Karpinski Boris, de meu sogro, Claudio Boris (*in memoriam*) e de meu cunhado Camilo Ricardo Boris, cada um com sua maneira contribuiu com a concretização deste trabalho.
- Agradeço ao meu noivo Cleber Rafael Boris, com quem venho dividindo sonhos, na construção de uma vida de companheirismo e cumplicidade, por estar sempre ao meu lado e por não desistir de mim, mesmo quando eu parecia enlouquecer... por sempre me ouvir e me acalmar quando preciso, por sua compreensão, amor, carinho, ajuda, estímulo, paciência e pelos incentivos. Sem seu apoio tudo teria sido mais difícil. Te amo.
- Agradeço aos professores, que admiro e respeito tanto, membros da banca por aceitarem meu convite: Prof. Dr. Jackson Luís Martins Cacciamani e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fernanda de Oliveira Lima, pelas importantes sugestões, contribuições e comentários enriquecedores dadas na banca de qualificação. Agradeço novamente a professora Fernanda por me apresentar a minha orientadora, sem você esta pesquisa teria tomado outro rumo.
- Agradeço aos meus colegas, amigos, professores e coordenadores aos quais tive contato durante o percurso do curso de Licenciatura em Química, que de maneira direta e indireta fizeram parte da minha formação acadêmica, por compartilhar seus conhecimentos, sabedoria e dedicação, ficarão sempre na lembrança.
- Agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul – Realeza, pela oportunidade de fazer esse curso e pelo suporte para realização deste trabalho, me proporcionando ao longo dos anos tantas descobertas e aprendizagens.
- A todos os que lutam por um meio-ambiente protegido e seguro.

GRATIDÃO!

Da natureza “Nada se tira a não ser fotos, nada se mata a não ser o tempo, nada se deixa a não ser pegadas, nada se leva a não ser saudades!” (Autor desconhecido)



DAMIM, K. K. **Circulação do tema Química Verde nas revistas Pesquisa FAPESP e Superinteressante: Análise de Textos de Divulgação Científica.** Realeza: UFFS, 2021. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Realeza, 2021

## RESUMO

O planeta pede socorro, todos os dias vemos no noticiário fatos como desmatamento, tragédias ambientais, queimadas, elevação da temperatura, poluição, escassez de recursos naturais, toxicidade, contaminação química por resíduos produzidos pela indústria, entre outros. Desta maneira, neste trabalho buscamos discutir que a Química Verde foi criada com o propósito de estabelecer o respeito com o meio ambiente, que vem sofrendo agressões de maneira alarmante e desenfreada e com isso, houve a criação de doze princípios que regem em cessar ou minimizar as ações nocivas produzidas pelo homem. Desta forma, é preciso realizar questionamentos e discussões acerca deste tema, como também instigar os alunos à compreensão da valorização e preservação da natureza e sua biodiversidade, e da consciência que a manutenção e disseminação de boas práticas e ações menos poluentes direcionadas a Química Verde, podem quase que reverter ou pelo menos minimizar estes problemas ambientais que afetam diretamente a saúde humana. Assim, este trabalho possibilita um estudo sobre a Química Verde e propõe uma investigação do contexto da circulação da mesma em duas revistas de divulgação científica. Os textos de Divulgação Científica foram selecionados e analisados a partir dos pressupostos da análise de conteúdo propostas por Bardin (2016). O objeto de estudo compõe-se de 15 textos que possuem relação com o tema principal. Observamos uma diversidade de assuntos e práticas relacionadas a Química Verde, buscando alternativas para minimizar os problemas ambientais e a tornar processos químicos menos poluentes. Além disso, acreditamos que a inserção deste tema na Escola, pode criar um ambiente propício, potencializando discussões sobre o uso correto dos recursos naturais e a importância de preservar o nosso ambiente para a manutenção da vida no planeta.

Palavras-chave: Química Verde; Meio Ambiente; Textos de Divulgação Científica.

**DAMIM, K. K. Circulation of the Green Chemistry theme in Pesquisa FAPESP and Superinteressante: Analysis of Texts for Scientific Dissemination.** Realeza: UFFS, 2021. 53 p. Course Completion Paper - Realeza, 2021

## **ABSTRACT**

The planet asks for help, every day we see on the news facts such as deforestation, environmental tragedies, fires, temperature rise, pollution, scarcity of natural resources, toxicity, chemical contamination by waste produced by industry, among others. Thus, in this work we seek to discuss that Green Chemistry was created with the purpose of establishing respect for the environment, which has been suffering alarming and unrestrained aggression and with that, there was the creation of twelve principles that govern in ceasing or minimizing the harmful actions produced by man. Thus, it is necessary to carry out questions and discussions about this topic, as well as instigate students to understand the appreciation and preservation of nature and its biodiversity, and awareness that the maintenance and dissemination of good practices and less polluting actions aimed at Green Chemistry, they can almost reverse or at least minimize these environmental problems that directly affect human health. Thus, this work allows for a study of Green Chemistry and an investigation of the context of its circulation in two popular scientific journals. The Scientific Disclosure texts were selected and approved based on the assumptions of content analysis proposed by Bardin (2016). The object of study consists of 15 texts that are related to the main theme. We observe a variety of issues and practices related to Green Chemistry, alternative alternatives to minimize environmental problems and make chemical processes less polluting. Furthermore, we believe that an insertion of this theme in the School can create a favorable environment, enhancing only the correct use of natural resources and the importance of preserving our environment for the maintenance of life on the planet.

**Keywords:** Green Chemistry; Environment; Scientific Dissemination Texts.

## LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1: Totalidade dos textos de Divulgação Científica encontrados sobre o tema Química Verde</u> .....	33
--	----

## LISTA DE QUADROS

<u>Quadro 1: Os doze Princípios da Química Verde.....</u>	20
<u>Quadro 3: Organização de análise da categoria 1.....</u>	32
<u>Quadro 4: Textos de Divulgação Científica encontrados na Revista Pesquisa FAPESP .....</u>	33
<u>Quadro 5: Textos de Divulgação Científica encontrados na Revista Superinteressante.....</u>	35

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DC	Divulgação Científica
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ONU	Organização das Nações Unidas
TDC	Textos de Divulgação Científica
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
2.1	OBJETIVO GERAL: .....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	17
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
3.1	HISTÓRIA, CONCEITO E OS DOZE PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE ...	18
<b>3.1.1</b>	<b>Discussões da Química Verde no Brasil</b> .....	<b>22</b>
3.2	ASPECTOS SOBRE A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA .....	25
<b>3.2.1</b>	<b>História das Revistas de Divulgação Científica no Brasil</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Sobre as revistas Superinteressante e revista Pesquisa FAPESP</b> .....	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>CAMINHOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA</b> .....	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>33</b>
5.1	ANÁLISE DA CATEGORIA 1: ALTERNATIVAS RENOVÁVEIS PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA LIMPA.....	36
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>46</b>
<b>8</b>	<b>APÊNDICE 1- UNIDADES DE ANÁLISE ENCONTRADAS NOS TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA</b> .....	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Meu interesse sobre essa área do conhecimento, a Química Verde e as questões ambientais sempre foi algo muito presente, desde cedo, nos tempos do Ensino Médio. A partir de meus questionamentos iniciais, busquei compreender esse conceito partindo das bases e princípios que regem essa temática e conseqüentemente, começou cada vez mais a me motivar e me trazer inquietações, que são resultados intrínsecos a meu trajeto no curso de Licenciatura em Química na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como também das aulas das disciplinas relacionadas a este tema, como por exemplo a matéria de Química Ambiental, que me instigaram ainda mais sobre o assunto.

Posteriormente, durante a construção deste trabalho utilizei a Divulgação Científica (DC) para olhar esse tema, pois a DC aproxima o público leigo de assuntos relacionados a Ciência e a Tecnologia, utilizando uma linguagem adequada a este público. Além disso, ela acompanha a produção de conhecimentos em diferentes espaços e os coloca em circulação de diferentes maneiras, como em mídias digitais, jornais, televisão, rádio e revistas de DC (esta última se configura como nosso objeto de pesquisa).

Segundo Warner e Anastas (1998) a Química Verde é um processo para diminuir ou abolir uso ou a geração de produtos químicos e substâncias perigosas que promovam a poluição ou que sejam nocivas à saúde da humanidade e ao meio ambiente, por exemplo alguns perigos que vão desde fatos físicos (explosão, inflamabilidade), toxicológicos (cancerígeno, mutagênico) e global (destruição da camada de ozônio).

Diante disso, a partir da preocupação com os riscos ambientais crescentes em todo o planeta, e principalmente no Brasil, e assumindo a necessidade de que todos tenhamos um compromisso com o meio ambiente, podemos levantar o seguinte problema de pesquisa: Como a Química Verde circula em textos de Divulgação Científica? Quais os principais assuntos veiculados nessas pesquisas? Como a Química Verde pode ser inserida no contexto do Ensino de Química, potencializada pela Divulgação Científica?

Esperamos que este trabalho possa contribuir para instigar os leitores no exercício de ensino e pesquisa, para a incansável busca pelo desenvolvimento de ideias e práticas sobre essa temática, pois precisamos logo de novas mentalidades e atitudes. O tempo urge, promovendo antes de tudo o zelo, a consciência, a sensibilização do homem com a natureza, o consumo dos recursos não-renováveis e a destinação dos seus detritos, pois como afirma Chiavenato (2005, p. 7) “Não adianta chorar a árvore derrubada. Lágrimas não purificam o rio poluído. Dor ou

raiva não ressuscita os animais. Não há indignação que nos restitua o ar puro. É preciso ir à raiz do problema”. Portanto, “Também é preciso haver mudanças nas atitudes e nos procedimentos das empresas tanto públicas quanto privadas.” (BRUNDTLAND, 1991, p. 70).

A ideia de sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável pode ser associada ao que dizia o cientista Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), “na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma” por isso a importância da reutilização, sem destruir o planeta e ainda reaproveitando bens de produção. Conforme Capra (2005, p.17) “o principal desafio deste século será a construção de comunidades ecologicamente sustentáveis, que não prejudiquem a capacidade da natureza de sustentar a vida”.

Assim, o tema da Química Verde se configura como um assunto de grande relevância social. Desta forma buscamos entender como este conhecimento circula na sociedade por meio da Divulgação Científica, especialmente por meio de revistas de DC, buscando identificar alguns aspectos tratados nestas pesquisas, e dessa forma, pensar em uma relação dos mesmos com conceitos trabalhados no Ensino de Química.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL:

- Investigar como o tema Química Verde circula na sociedade por meio de textos de Divulgação Científica.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar um levantamento sobre o tema da Química Verde em algumas revistas de Divulgação Científica;
- Analisar em quais contextos a Química Verde é utilizada nos textos de Divulgação Científica selecionados;
- Analisar a influência e a relação da Química Verde nos problemas ambientais;
- Propor formas de utilização dos textos de Divulgação Científica para trabalhar o tema da Química Verde no ensino de Química.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 HISTÓRIA, CONCEITO E OS DOZE PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE

Segundo Bonzi (2013) a primeira publicação que originou o movimento ambientalista moderno com ênfase em questões ambientais foi o livro “Primavera Silenciosa” (Silent Spring) escrito em 1962 por Rachel Carson, uma bióloga americana. Neste livro a autora declara que o principal problema é a contaminação do meio ambiente por substâncias com alta nocividade.

Embora a existência de ações humanas desempenhe papel importante na degradação e poluição ambiental, a química normalmente é associada a atividades que afetam direta ou indiretamente o meio ambiente nos chamados “desastres ambientais”, dependendo se é ou não, utilizada de maneira consciente e ecologicamente correta, pois grande parte da atuação química leva a utilização de substâncias com alta toxicidade.

Por esse motivo, ao longo da história houve a necessidade da criação de algo que alertasse sobre os problemas ambientais e auxiliasse no combate à poluição gerada por diversas instâncias e também no tratamento ao chamado “lixo tóxico”, através da existência de um meio que possuísse o objetivo de gerir as condutas científicas e industriais, com métodos de prevenção, tratamento e combate à poluição.

Assim, em 1972, foi desenvolvida pela Organização das Nações Unidas (ONU), a primeira reunião, em nível mundial, de grande importância sobre o meio ambiente, em Estocolmo, na Suécia. A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, foi realizada em consequência de pressões políticas, da comunidade científica, opiniões públicas e outras organizações, envolvendo questionamentos sobre a degradação ambiental e a situação da poluição dos países industrializados, em relação a qualidade de vida, a preservação da natureza e a preocupação mundial com o meio ambiente.

Este evento, que aconteceu há aproximadamente 49 anos, teve como resultado o surgimento da Educação Ambiental, como efeito houve a elaboração de dois documentos, sendo eles: “Declaração sobre Meio Ambiente Humano” e “Plano de Ação Mundial”. De acordo com Jungstedt (2002) (apud SILVA, LACERDA, JUNIOR, 2005, p. 103) “a Conferência de Estocolmo teve o grande mérito de haver alertado o mundo para os malefícios que a deterioração do ecossistema poderia causar à humanidade como um todo”.

Posteriormente, em 1987 foi publicado um documento que definiu e divulgou amplamente o termo “desenvolvimento sustentável”, enfatizando o equilíbrio entre três pilares:

as dimensões econômica, social e ambiental. Esse documento intitulado “Nosso Futuro Comum”, foi elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, liderado pela Primeira-Ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. (LAGO, 2006).

Neste contexto, a problemática ambiental foi ganhando destaque e na década de 90, nos Estados Unidos, um novo pensamento começou a tomar forma no quesito da influência da atividade química no impacto ambiental, e de como tratar os resíduos químicos, surgindo assim a “Green Chemistry”, Química Verde ou “Química Limpa” levantados por John Warner e Paul Anastas, químicos especialistas em síntese química, e membros da agência ambiental norte-americana EPA (*Environmental Protection Agency*). Por meio do programa “Rotas sintéticas alternativas para prevenção de poluição” foi criada uma Lei de Prevenção à Poluição (Pollution Prevention Act) 1990 e foi definido o termo “redução de fonte” para as ações que visam reduzir a quantidade de substâncias perigosas, poluentes ou contaminantes, e de resíduos liberados no meio ambiente, incluindo as emissões involuntárias, para que preferivelmente venha a reduzir os riscos à saúde humana e ao meio ambiente associados à liberação de tais substâncias, poluentes ou contaminantes (ANASTAS; KIRCHHOFF, 2002).

Primordialmente podemos perceber que o princípio principal da Química Verde é a redução, tanto da poluição ambiental quanto da geração de substâncias perigosas, e essa lei americana de prevenção da poluição utiliza o termo “redução de fonte” como a principal ação para a resolução dos problemas ambientais como a poluição, visando minimizar o impacto ambiental, substituir processos químicos por alternativas menos poluentes ou não-poluentes. Veremos, em seguida, que a Química Verde reúne conjunto de critérios, princípios e metodologias na sua prática (ANASTAS; KIRCHHOFF, 2002).

Na prática química, a utilização de produtos e processos ambientalmente corretos podem ser guiados pelos 12 Princípios da Química Verde – dispostos por Warner e Anastas em 1998 no livro *Química verde: Teoria e prática* (do inglês, *Green chemistry: Theory and practice*) – que estabelecem o que é um produto advindo da Química Verde, e algumas ações que são obrigatórias dentro dela, com foco principal no incentivo aos cientistas a seguirem estes princípios e adotarem as práticas de produção em suas análises, bem como na preocupação com a qualidade de vida e com o meio ambiente, são eles:

Quadro 1: Os doze Princípios da Química Verde

Nº	PRINCÍPIO E DEFINIÇÃO
1º	<b>Prevenção:</b> Evitar a formação de produto nocivo é melhor do que tratá-los após sua geração, ou seja, se há diminuição de formação de subprodutos, automaticamente diminuímos a necessidade de tratá-los e, conseqüentemente, diminuímos o seu descarte na natureza.
2º	<b>Economia de Átomos:</b> É a chamada síntese verde, na qual o objetivo é maximizar a introdução de átomos, utilizando o maior número possível de átomos dos reagentes nos produtos finais, obtendo a eficiência atômica, ou seja, transformar toda a massa dos reagentes utilizados em produto final, não produzindo, assim, resíduos a serem descartados.
3º	<b>Síntese Segura:</b> É a redução da toxicidade, substituindo, em uma reação química ou síntese de um produto químico, os compostos de alta toxicidade por compostos de menor toxicidade, para gerar outros que possuam pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente e, portanto, que toda sua condução seja segura.
4º	<b>Desenvolvimento de Produtos Seguros:</b> É o planejamento da reação química no qual os produtos químicos finais devem ser desenvolvidos para possuírem a função desejada, apresentando a menor toxicidade possível, evitando a formação de resíduos ou substâncias tóxicas.
5º	<b>Uso de Solventes e Auxiliares Seguros:</b> Preferencialmente deve-se utilizar solventes e substâncias auxiliares (solventes, secantes, agentes de separação e de purificação) que atóxicos, para que não promovam impactos no ambiente ou que seja de baixo impacto ambiental ou usadas inócuas no processo.
6º	<b>Eficiência Energética:</b> É preciso alcançar a otimização do uso de energia, buscando realizar processos químicos industriais com eficiência, à temperatura e pressão ambientes, minimizando o consumo de energia gasta durante um processo químico, que representa um impacto econômico e ambiental, ou utilizando energia provida de fonte renovável ou utilizando a própria energia, na forma de calor, gerada durante o processo, reduzindo assim o gasto de energia.
7º	<b>Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima:</b> As reações químicas devem ser realizadas por meio da utilização de matérias-primas renováveis, utilizando sempre que possível, nos produtos e subprodutos de processos químicos, materiais reciclados e reutilizados.
8º	<b>Evitar a formação de derivados desnecessários:</b> Esse princípio indica, para que nos processos de síntese, seja minimizada ou evitada a derivatização sintética desnecessária, a partir da utilização de substâncias e grupos bloqueadores, reagentes de proteção ou qualquer modificação momentânea por processos físicos e químicos, para impedir que uma reação química aconteça em mais de uma etapa, pois cada etapa requer reagentes adicionais e conseqüentemente, podem gerar resíduos ou subprodutos indesejáveis.

Nº	PRINCÍPIO E DEFINIÇÃO
9º	<b>Catálise:</b> Esse princípio indica a substituição de reagentes estequiométricos pelo uso de reagentes catalíticos, os catalisadores, que tornam a reação mais rápida, evitando de gastar mais material até a reação chegar aos produtos se a reação não fosse acelerada, diminuindo, assim, a possibilidade de formação de um produto indesejado, são utilizados em pequenas quantidades, podem diminuir a barreira da energia de ativação de uma reação química ao contrário dos reagentes estequiométricos, participam diretamente da reação, mas não são consumidos durante a reação, sendo assim ela é reciclada e poderá ser reutilizada em outras reações.
10º	<b>Produtos Degradáveis:</b> É necessário desenvolver substâncias químicas projetadas a biocompatibilidade, que, ao final de sua função ou término de vida útil, haja decomposição pela própria natureza, se fragmentem em produtos de degradação inócuos e não persistam no ambiente.
11º	<b>Análise de processos em Tempo Real para a Prevenção da Poluição:</b> Monitoramento, análise e controle dos efluentes em tempo real, durante a realização de processos químicos, para que possa ser detectado qualquer contaminação antes mesmo de ser gerada a formação de substâncias nocivas e compostos tóxicos, para ser controlado e evitado no máximo, a tempo de evitar qualquer dano ou resíduo no final do processo.
12º	<b>Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes:</b> Desenvolvimento de processos seguros, no qual as substâncias, utilizadas em um processo químico de produção, devem ser escolhidas a fim de evitar o potencial risco para acidentes de grandes proporções, incluindo vazamentos, contaminações, explosões, incêndios e outros os impactos negativos que atingem a natureza e a humanidade.

Fonte: Adaptado de: Anastas, P. T.; Warner, J. C. Green Chemistry: Theory and Practice; Oxford University Press: New York, (1998, p. 30)

Dessa forma, as medidas “verdes” têm a finalidade de reduzir ou eliminar contaminantes e substâncias tóxicas reduzindo o consumo de energia, o uso de matéria-prima, a produção de resíduos, o uso de fontes não renováveis e os dejetos (materiais que são descartados na natureza), reduzindo assim os riscos de poluição ao meio ambiente e consequentemente os custos relacionados com inúmeros tratamentos. Assim sendo, priorizar o tratamento adequado dos resíduos produzidos, a cada ação de redução é essencial, pois ajuda a diminuir a velocidade de contaminação e minimizar os impactos ambientais.

Outro evento importante que podemos citar foi o “Workshop on Green Chemistry Education” em 2001, onde a União Internacional de Química Pura e Aplicada definiu a Química Verde como “A invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos para

reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas de algum modo à saúde humana ou ao meio-ambiente” ou seja, esse ramo da química busca uma forma de recuperar a qualidade do meio ambiente e ao desenvolvimento de processos químicos sustentáveis, tentando modificar os problemas causados pelas mãos do ser humano no decorrer do tempo no planeta, buscando constantemente a criação e ampliação de novas tecnologias e reações químicas que não acarretem poluição da natureza.

Em vista disso, “a ascensão dos ‘verdes’ como movimento político esteve, em grande medida, ligada aos movimentos de contestação de 1968” (LAGO, 2006, p. 27), devido aos vários acidentes ambientais graves, como o desastre da Baía de Minamata no Japão, que foi descoberto em 1956, pela intoxicação humana por Mercúrio, um metal tóxico, através da alimentação por peixes contaminados, acarretando graves consequências até os dias atuais.

Outro desastre de grande proporção, aconteceu em 1967, com o derramamento de petróleo bruto pelo Navio tanque “Torrey Canyon”, ocasionando a morte da vida marinha quase que em sua totalidade, e até pássaros, desde a Costa do Sudoeste da Inglaterra e o Norte da França (BRANCO, 2014).

Por fim, percebe-se a Química Verde foi projetada intencionalmente, mas que este conceito não foi criado de imediato, ao contrário, foi resultante de um extenso movimento, sendo discutido e desenvolvido ao longo de muitos anos por pesquisadores, a partir de conceitos, princípios e objetivos, em decorrência das preocupações relacionadas ao meio ambiente e desenvolvimento sustentável. No entanto, os desafios podem ser transformados em metas verdes, e é compreendendo os problemas que buscamos alternativas para minimizar os problemas ambientais, pois conforme forem desenvolvidos produtos mais seguros e incentivando estes conceitos da química limpa, terá mais chances de uma melhoria contínua, na busca em minimizar e até mesmo eliminar os impactos negativos, das ações das indústrias e dos produtos químicos nocivos ao meio-ambiente.

### **3.1.1 Discussões da Química Verde no Brasil**

No Brasil, podemos citar que na década de 90 este assunto teve mais relevância devido aos problemas ambientais enfrentados, como efeito estufa, aquecimento global, chuvas ácidas, desmatamento, alteração climática, contaminação das águas, onde procurou-se formas de alertar a população sobre a conscientização ambiental.

Logo, o conceito de Química Verde no Brasil principiou no ano 2000, todavia pouco tem sido discutido sobre o assunto no meio educacional, seu crescimento é mais lento, em meio as indústrias que tomam a frente desse esverdeamento sustentável.

Para contribuir nas condutas em defesa ao meio ambiente, passou a reger no Brasil o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), criado em 31 de agosto de 1981 a partir da Lei 6938 e é responsável pelos debates a respeito das questões verdes.

Segundo Favareto e Moralez (2014) houve em 1992 a “Conferência Internacional do Rio de Janeiro”, ou também chamada de conferência ambiental da ONU, a Cúpula da Terra, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, ou ECO-92, Rio-92, onde inúmeros chefes de estados, representando a nação acordaram e elaboraram a Agenda 21 brasileira, chegando a um consenso sobre a necessidade de preservação do meio ambiente, ecossistemas, biodiversidade, recursos naturais, criação de normas, os avanços ambientais e a conscientização ambiental.

Posteriormente, em 1997, ainda no Rio de Janeiro aconteceu a convenção Rio+5 com o propósito de avaliar os progressos da Rio-92 e como resultado foi criada uma “Declaração de compromisso” reforçando os acordos da Rio-92. Em seguida, em 2002, foi requisitada em Joanesburgo na África do Sul a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, chamada também de Rio+10, devido que demarcava exatos 10 anos depois da Rio-92, para que os princípios e acordos registrados na Rio-92 fossem realmente cumpridos mais rapidamente. Vinte anos após a Rio-92, em junho de 2012, foi realizada a Rio+20 no Rio de Janeiro, novamente com a intenção de reiterar o compromisso sobre a necessidade de preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável. Até o momento há o planejamento para a realização da Rio+30 em março de 2022, evento que possui a intenção de debater e definir o papel de cada município, em nível mundial, frente as mudanças climáticas.

Desta forma, Lago (2006) enfatiza que foi reconhecido o fato de que os países em desenvolvimento, para ficarem mais bem estruturados, precisavam de apoio financeiro e tecnológico, contribuindo para uma conscientização mais ampla referente a responsabilidades comuns, porém diferenciadas, sendo que a destruição do meio ambiente era sobretudo de responsabilidade dos países desenvolvidos.

Bem como, pode-se ler o caput do artigo 225 do Capítulo VI Do Meio Ambiente, da Constituição Federal Cidadã de 05/10/1988: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”, para que todos os indivíduos possam construir valores sociais,

conhecimentos, habilidades, atitudes responsáveis e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, e para que tenham oportunidade de viver dignamente e com uma boa qualidade de vida.

Todavia, é importante ressaltar, que como resultado da desejada proteção do meio ambiente e o combate aos crimes de poluição ambiental reconhecidos na Constituição de 1988, foram criadas várias sanções penais e administrativas a partir de legislações inovadoras, como a criação da Lei da Natureza, Lei 9.605/98, de 12 de fevereiro de 1998, perfazendo a equidade ao meio ambiente, trazendo maior eficácia as sanções e a imprescindível punição às indústrias ambientalmente nocivas. Esta lei tende a proteger uma saudável qualidade de vida para os cidadãos de todas as gerações, possuindo um meio ambiente seguro para todos. Além disso, tem como foco a proteção dos rios, as matas, o ar, as montanhas, as aves, os animais, os peixes, o planeta (IBAMA, 1998).

Assim sendo, é de fundamental importância também, a disseminação da Educação Ambiental a partir da cultura local, em estimular a participação da população, incentivando quem pensa e age de maneira sustentável segundo as normas da Química Verde, no que diz respeito a ideias e atos menos poluentes, zelo a natureza, preservando os recursos naturais e a biodiversidade do meio ambiente (energia, água, minerais, florestas, vegetais, solo).

Desde o surgimento da Química Verde, vemos que este tema está em constante estudo e vem sendo debatido em várias conferências a níveis mundiais, sendo que o Brasil sempre esteve presente nestes grandes encontros internacionais sobre a Educação Ambiental. O Brasil é um país privilegiado, com maior biodiversidade e extensão territorial de áreas preservadas da natureza de todo o planeta, o que corrobora com o que Lago, (2006, p. 12) diz sobre o Brasil “o país mais identificado com Meio Ambiente no mundo”, devido suas reservas, recursos e biodiversidade, sempre é alvo de muita atenção pelos outros países e também por ser um dos países mais atuantes dentro do sistema das Nações Unidas.

Além disso, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) criado pela Lei nº 7.735 de 22 de fevereiro de 1989, exerce a função de inspecionar as leis e normas sobre o meio ambiente, para que sejam devidamente executadas. A partir do momento que exista alguma prática imprópria que tente corromper o meio ambiente, o Estudo do Impacto Ambiental entra em ação, posteriormente se inicia o processo de Avaliação do Impacto Ambiental e então, para concluir é realizado um Relatório do Impacto Ambiental.

Basta olhar para alguns eventos anteriores, que verificaremos no Brasil vários desastres ambientais de grande proporção, que nos fizeram refletir sobre esta problemática, que foram, as tragédias em Minas Gerais, em Mariana em novembro de 2015 e de Brumadinho em janeiro



de 2019, devido ao rompimento das barragens, e como também o vazamento de óleo no Oceano Atlântico em julho 2019, a partir do derramamento de petróleo cru no Sudeste e Nordeste do país. Em virtude deste cenário podemos perceber que isso ocasionou os demasiados problemas por contaminação química, na água e no solo existentes.

Em síntese, o conjunto de ações e atividades compreendidos da Química Verde destacam o grande potencial que a mesma possui em resolver muitos dos desafios ambientais globais enfrentados. Uma vez que no Ensino de Química, podemos relacionar a educação desenvolvimento sustentável com a Química Verde, aplicando os princípios básicos dela, tanto na teoria quanto na prática, com por exemplo a proposta de experimentos mais ‘verdes’ seguindo as ideias da Química Verde.

### 3.2 ASPECTOS SOBRE A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

A área da Divulgação Científica é mais antiga do que se parece e está em constante desenvolvimento. Desde os primórdios a sociedade, já se utilizava deste meio para a comunicação por diferentes veículos audiovisuais e escritos, desde jornais, revistas, boletins, enciclopédias, televisão, rádio, folhetos, além de espaços não formais de Ensino. Atualmente o modo de divulgar a Ciência se expandiu, atingindo a Internet, através de sites, blogs, filmes, jornais eletrônicos, fóruns, canais no youtube, revistas de DC online, canais de podcasts, e até mesmo a partir das redes sociais. O que facilitou seu acesso rápido e com menos ou nenhum custo, compreendendo públicos de todas as idades situados em qualquer local do mundo.

Divulgação científica, vulgarização científica ou popularização da Ciência são termos considerados equivalentes, mas seu uso varia de acordo com o contexto em que é utilizado. Segundo Massarani (2002) e Pinheiro, Valério e Silva (2009) a divulgação científica é a expressão mais utilizada no Brasil. Na Inglaterra é chamada de popularização da Ciência, enquanto a palavra “vulgarização” ou vulgarisation scientifique, conforme Raichvarg e Jacques, (1991), é um termo originado na França no século XIX, e utilizado até hoje.

A DC pode ser produzida por jornalistas, professores, pesquisadores científicos, intelectuais e outros profissionais em geral, que possuem entre si uma particularidade em pesquisar e divulgar a Ciência.

Segundo Vergara (2008), os primeiros estudos sobre a divulgação científica nasceram da inquietação dos cientistas sobre o conhecimento do público sobre a Ciência, e consequentemente, foi constituído um ramo de estudos interdisciplinares, no qual enfatizaram

uma compreensão mais dialógica da atividade científica com o contexto social que constitui sua prática científica.

Segundo Mendes (2006) o carioca, médico, economista e divulgador da Ciência José Reis, (1907-2002) é considerado um dos precursores da divulgação científica no Brasil, tanto pelos jornalistas científicos como para a comunidade científica, a partir do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, que em 1978 dedicou a ele o Prêmio José Reis de Divulgação Científica.

A DC possui um papel de extrema relevância na sociedade, pois é ela que coloca o cidadão leigo em contato com assuntos relacionados a Ciência e Tecnologia. Assim, a DC se configura como uma forma de textualização da Ciência, com características textuais próprias, e com papel epistemológico específico na sociedade. Seu público é formado em sua maioria, por um leitor não-especialista, que se interessa por assuntos científicos e tecnológicos. (FIORESI, 2020).

Além disso, a DC utiliza estratégias e recursos de linguagem para tornar seu conteúdo mais acessível ao público em geral, através de difusão de conhecimento, do progresso científico, com temas especializados, informações e resultados, disponibilizando o conhecimento como efeito das pesquisas científicas. (FIORESI, 2016). Assim, possibilitando ao indivíduo leigo assimilar e compreender o mundo da Ciência. “Seja por meio de traduções, exemplificações, ilustrações, esquemas, recursos visuais, uso de sinônimos e termos aparentados” (FRANÇA, 2015, p.12).

Diante disso, percebemos a realidade do público-alvo, seu discernimento referente ao tema supracitado, para poder criar abordagens, ajustando a linguagem do emissor ao receptor da informação, de acordo com entendimento do público a mensagem será entendida de maneira diferenciada, e se utilizando de ambientes próprios para veiculação do assunto.

Indubitavelmente, nota-se um gradativo crescimento da divulgação científica na vida das pessoas, esta prática tão atraente que através de objetivos próprios corrobora a importância da difusão do conhecimento, desde impactos sociais, culturais, ambientais, industrialização, produções e conquistas científicas, havendo debates e mobilizações acerca do tema principal.

Em resumo, considera-se que a Ciência é indispensável para a sobrevivência humana, visto que expõe as informações acerca do desenvolvimento, da publicização e dos resultados da divulgação científica, aproximando as pessoas do entendimento desses processos, enriquecendo seus saberes, tornando o conhecimento claro e evidente ao público, ou seja, uma Ciência suscetível de ser compreendida por todos.

### 3.2.1 História das Revistas de Divulgação Científica no Brasil

Como esta pesquisa utilizamos a textualização da DC na forma de revistas, falamos brevemente sobre a história das mesmas no Brasil. Assim, é importante destacar que no Brasil, até 1808, era proibida qualquer tipo de divulgação ou publicação mesmo que fossem em livros, jornais ou até mesmo fazer investigações científicas. Somente após esta data isto foi possível, com a vinda da Família Real – Corte Portuguesa para o país, (que foi obrigada devido a invasão de Napoleão Bonaparte), trazendo consigo o desenvolvimento para o Brasil, com a finalidade de manter no país, iniciando a Imprensa Régia (1810), e criação de impostos, e quando sobrava um tempo livre as prensas fabricavam os livros (CAPOZOLI, 2002).

A partir disso, conforme destacam Massarani, Moreira e Brito (2002, p.44), “surgiram as primeiras instituições de ensino superior, ligadas à Ciência e às técnicas como a Academia Real Militar (1810) e o Museu Nacional (1818)”. Houve também a criação dos primeiros jornais – com as primeiras publicações de artigos e notícias relacionados à Ciência – como “A Gazeta do Rio de Janeiro”, “O Patriota” e o “Correio Braziliense” (MASSARANI; MOREIRA; BRITO, 2002, p. 45).

Entretanto, Massarani, Moreira e Brito (2002) enfatizam que o que era conhecido naquele momento de pesquisa e estudos científicos, era em número reduzido de publicações e restrito a estrangeiros que estavam de passagem ou que morassem no Brasil, e à poucas pessoas (nacionais ou não) que estudavam ou que vinham formadas a partir de cursos estrangeiros – na Europa. Anos mais tarde, notou-se um aumento no crescimento de periódicos relacionados às atividades de difusão dos conhecimentos, o que provavelmente favoreceu a partir do interesse do imperador Dom Pedro II pela Ciência.

Ainda de acordo com os autores Massarani, Moreira e Brito, (2002) a divulgação da Ciência no Brasil, em especial a divulgação por meio de revistas, objeto de análise deste trabalho, teve alguns destaques como:

- i. A criação a Revista Brasileira, Jornal de Sciencias, Letras e Artes (1857-1861) que suas publicações eram tanto de artigos próprios como retirados de publicações estrangeiras;
- ii. O lançamento da Revista do Rio de Janeiro (1876-1877) que publicaram assuntos mais variados de interesse da época, e que grande parte eram relacionados a DC como: ciências, história, corpo humano, zoologia, letras, doenças, artes, agricultura, hidrografia, comércio e indústria;

- iii. O surgimento da Revista Ilustrada do Rio de Janeiro (1876-1898) criada pelo caricaturista italiano Angelo Agostini, ganhou fama pela maneira com que abordava os temas e adversidades políticas em suas ilustrações humorísticas;
- iv. A criação da revista a Ciência para o Povo (1881) que possuía publicações realizadas semanalmente e com conteúdo majoritariamente sobre a ciência, principalmente sobre saúde, condutas e boas maneiras, além de assuntos polêmicos para a época como sexualidade e desuniões amorosas;
- v. A circulação da Revista do Observatório Rio de Janeiro (1886-1891) era totalmente direcionada e limitada à divulgação da Ciência, sua redação era composta somente por cientistas e era editada todo mês, publicando textos inovadores em coluna e com ilustrações, as conquistas e os aperfeiçoamentos mais significativos, com temas relacionados ao universo, desde astros, clima e estrutura interna e externa da Terra.

Um ponto culminante em nível nacional para a DC, aconteceu em 1916 com a criação da Sociedade Brasileira de Ciências (SBC) que posteriormente, em 1922 passou a se chamar de Academia Brasileira de Ciências (ABC), e como resultado foi criado a primeira Rádio Sociedade Brasileira com o intuito de difundir informações e de temas educacionais, culturais e científicos. Desde então os meios de comunicação diários, mas sem cobertura integral, se interessaram e começaram a divulgar frequentemente os aparecimentos dos mais renomados cientistas estrangeiros visitantes, em eventos importantes no Rio de Janeiro, como a vinda de Albert Einstein entre os dias 04 à 12 de maio de 1925, como também a vinda de Marie Curie em 1926, destacando a importância da divulgação (MASSARANI; MOREIRA; BRITO, 2002).

Em determinados momentos e situações a DC, sofreu interferência de outros países, como na década de 60, a partir de modificações na educação em ciências nos Estados Unidos da América, o Brasil desenvolveu um movimento educacional revolucionário, dando ênfase na prática em ciências contribuindo nas atividades de popularização da ciência. Visto que logo, aconteceu o golpe militar (1964) que viria a ter profundos reflexos na sociedade (MASSARANI; MOREIRA; BRITO, 2002).

Outros marcos importantes, foram a criação da revista Ciência Hoje no Rio de Janeiro em 1982 pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, com intuito de divulgar a Ciência, enfatizando as produções nacionais, intencionada em ligar o público em geral, leigos, com a comunidade científica. Quatro anos mais tarde, em 1986 foi criada a Ciência Hoje das Crianças, direcionada para as idades entre 8 e 12 anos. Neste ínterim, surgiram outras revistas

privadas, como por exemplo a Globo Ciência (atualmente, Galileu – de 1991 até hoje), a Superinteressante e a revista FAPESP (MASSARANI; MOREIRA; BRITO, 2002).

### 3.2.2 Sobre as revistas Superinteressante e revista Pesquisa FAPESP

A revista Superinteressante, começou a ser editada em 1987, quando a Editora Abril comprou os direitos de publicar no Brasil da revista espanhola ‘Muy Interesante’, o que a princípio seria somente traduzir o conteúdo da Muy Interesante para a língua portuguesa, começou a produzir as suas próprias publicações, e já no lançamento foram distribuídas de graça 2 milhões de cópias – que possuía em torno de 20 páginas – inclusas em outras revistas da Abril, com a finalidade de divulgar seu conteúdo instantaneamente. Dentro de poucos meses, ainda no mesmo ano, a revista viralizou e era a número 1 em vendas nas bancas e com todas as cópias esgotadas, devido a isso, foi reimpressa e, mais uma vez, esgotou-se rapidamente. Para imaginar à proporção que teve, no primeiro dia de venda a revista já possuía 5 mil assinaturas, posteriormente em 1991 houve a premiação José Reis de Divulgação Científica e em 2002 o Prémio Malofiej devido a criação dos melhores infográficos em nível mundial (BURGIERMAN, 2015).

A Revista Superinteressante, possui perfil estratégico jornalístico através do marketing, com foco na Ciência, tecnologia e cultura, embora apresente matérias com temas diversos adaptadas ao gosto do público, com conteúdo bem acessível e cada vez mais informalizado, sendo uma particularidade importantíssima na DC. É uma importante fonte de divulgação científica junto ao público leigo, está disponível no site: <[www.superinteressante.com.br](http://www.superinteressante.com.br)> com acesso parcial a seu conteúdo de forma gratuita, e em uma versão integral paga.

Já a revista Pesquisa FAPESP, está disponível no site <<http://www.revistapesquisa.fapesp.br>>. Desde 1995 a FAPESP já era lançada como informativo para pesquisadores e jornalistas, porém foi criada realmente 4 anos depois, em outubro de 1999, e é uma das publicações jornalísticas com o princípio de publicizar, divulgar e valorizar a produção científica e tecnológica nacional, com conteúdo preciso, acessível, aberto, e gratuito ao público. Diferentemente da revista Superinteressante, a Pesquisa FAPESP disponibiliza todo seu conteúdo de forma gratuita no site, e também oferece a opção de assinatura da versão impressa.

Dessa forma, nossa escolha por estas duas revistas que perfazem a investigação dessa pesquisa, se dá pelo fato de possuírem grande circulação na sociedade, serem editadas e publicadas mensalmente, e por disponibilizarem todo ou praticamente todo seu conteúdo na internet.

## 4 CAMINHOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Nesta pesquisa, utilizamos os pressupostos da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016). Desta forma, na pré-análise para construir nosso corpus de pesquisa, realizamos a seleção de textos de Divulgação Científica na revista Pesquisa FAPESP e SUPERINTERESSANTE, utilizando o critério de inserção do termo “Química Verde” e “verde” no buscador de cada uma das revistas. Não houve recorte temporal, para que pudessemos acessar todos os números disponíveis nessas revistas de DC.

A partir dos textos de DC selecionados, e de acordo com a organização proposta por Bardin (2016) a Análise de Conteúdo, se configura como, “um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a “discursos” (conteúdos e continentes) extremamente diversificados” (BARDIN, 2016, s.p).

De acordo com Bardin (2016 s.p) “A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo”, e ainda, que é um instrumento polimorfo e polifuncional, com métodos de análise de dados que pode ser aplicado tanto a linguagem verbal, quanto a visual, e dispõe de três fases no processo de estruturação do trabalho, sendo elas, *a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, a inferência e interpretação*. Assim, pode ser utilizada a partir de uma questão investigativa e sua metodologia, para coleta de dados e posteriormente a realização da análise de seu conteúdo, auxiliado com as informações subsequentes, que dará ao trabalho suas particularidades, como confiabilidade, importância, transparência e clareza nos resultados.

Bardin (2016) ainda destaca que a fase inicial, a pré-análise, é a fase de organizar os dados, sistematizando as ideias iniciais. Desta forma, a pré-análise possui a intenção de estabelecer o corpus da pesquisa, através de escolhas e seleções dos documentos, regras, elaboração das hipóteses e dos objetivos. “O corpus é o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos” (2016, s.p). Para Bardin (2016), esta fase possui quatro (4) regras:

- Regra da exaustividade: categorização de todo o conteúdo conforme objetivos de análise, correspondendo com a “não-seletividade”.
- Regra da representatividade: utilizar-se de uma amostra para realizar a AC.
- Regra da homogeneidade: Que as categorias sejam homogêneas, ou seja, sigam os parâmetros e temas estabelecidos, sendo abrangentes e incluindo todos os dados.
- Regra de pertinência: textos e categorias adequados e de acordo com o teórico escolhido.

Assim, a partir da busca realizada, iniciamos a leitura flutuante dos Textos de Divulgação Científica (TDC) encontrados, e a partir dos temas principais de cada um deles, os mesmos foram agrupados nas seguintes categorias temáticas: **Categoria 1- Alternativas renováveis para produção de energia limpa; Categoria 2- Produção de Bioplásticos; Categoria 3- Química Verde e a indústria e a Categoria 4- alternativas para agricultura.** É importante ressaltar que as categorias que emergiram no processo de análise sinalizam as potencialidades nas quais a Química Verde vem sendo problematizada.

Após esta categorização, e por conta da exaustividade da análise, realizamos um recorte onde analisamos neste trabalho, a categoria 1 (Alternativas renováveis para produção de energia limpa) composta por seis textos de DC. Para que esta análise dialogasse com nosso referencial teórico, preestabelecemos 4 subcategorias de análise relacionadas a alguns dos princípios da Química Verde, já a subcategoria 5, emergiu posteriormente dos TDC analisados.

O quadro a seguir sistematiza estas ideias. Vale ressaltar que o quadro completo, com todas as unidades de análise dos TDC pertencentes a categoria 1, se encontram listadas no Apêndice I.

Quadro 3: Organização de análise da categoria 1

<b>Categoria</b>	<b>Subcategorias</b>	<b>Unidades de Análise</b>
Categoria 1- Alternativas renováveis para produção de Energia limpa	Subcategoria 1- Aspectos sobre a redução de toxicidade	12
	Subcategoria 2- Eficiência Energética	01
	Subcategoria 3- Uso de fontes renováveis de matéria-prima	16
	Subcategoria 4- Aspectos sobre desenvolvimento de produtos degradáveis após o término de sua vida útil	03
	Subcategoria 5- Limitações e dificuldades apresentadas nos estudos da utilização da Química Verde	12

Fonte: A autora (2021)

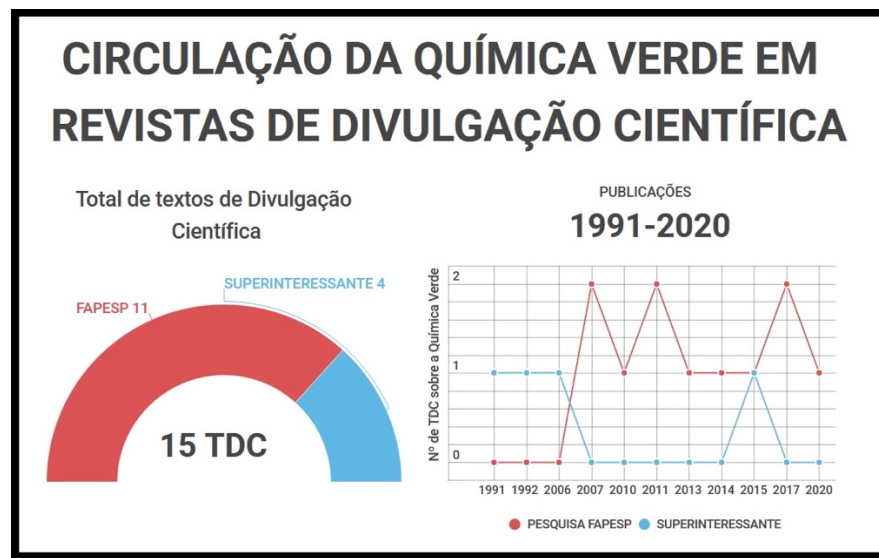
O motivo pelo qual analisamos apenas uma das categorias se dá principalmente por conta do tempo reduzido para o desenvolvimento da pesquisa. E a escolha pela categoria 1 se justifica por possuir a maior quantidade de TDC, promovendo assim uma diversidade maior de textos. Além disso, no contexto em que vivemos de uma crise energética, em que há tantas alterações climáticas, se faz relevante a problematização deste tema, onde podemos articular as problemáticas ambientais e questões do desenvolvimento sustentável e econômico.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, foi organizado o quantitativo de textos de divulgação científica sobre o tema Química Verde, obtidos entre os anos de 1991 a 2020 e o total de TDC encontrados nesse período.

Figura 1: Totalidade dos textos de Divulgação Científica encontrados sobre o tema Química Verde



Fonte: A autora (2021)

A partir de nossas buscas encontramos 11 TDC na revista Pesquisa FAPESP, e 4 na revista Superinteressante, totalizando 15 TDC. A seguir apresentamos dois quadros com dados relevantes da pesquisa, o primeiro referente a revista Pesquisa FAPESP e o segundo em relação a Revista Superinteressante. Identificamos os TDC encontrados de acordo com um código para designá-lo ao longo das discussões, apresentamos os títulos dos mesmos, link de acesso, ano de publicação e o nome da seção em que cada texto foi encontrado nas revistas de DC.

Quadro 4: Textos de Divulgação Científica encontrados na Revista Pesquisa FAPESP

CÓDIGO	TÍTULO DO ARTIGO	LINK	ANO	NOME DA SEÇÃO
TDC 1	Plástico renovável: Etanol e bactérias são as matérias-primas utilizadas por empresas para fabricar produtos substitutos dos derivados de petróleo	<a href="https://revistapesquisa.fapesp.br/plastico-renovavel/">https://revistapesquisa.fapesp.br/plastico-renovavel/</a>	2007	NOVOS MATERIAIS

<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO DO ARTIGO</b>	<b>LINK</b>	<b>ANO</b>	<b>NOME DA SEÇÃO</b>
<b>TDC 2</b>	Proteína no óleo: Pesquisadores da USP utilizam lipase e etanol na produção de biodiesel	<a href="https://revistapesquisa.fapesp.br/proteina-no-oleo/">https://revistapesquisa.fapesp.br/proteina-no-oleo/</a>	2007	BIOCOMBUSTÍVEL
<b>TDC 3</b>	Química verde: Braskem ganha competência em biotecnologia	<a href="https://revistapesquisa.fapesp.br/qu%C3%A9mica-verde/">https://revistapesquisa.fapesp.br/qu%C3%A9mica-verde/</a>	2010	PARCERIAS
<b>TDC 4</b>	Agentes da separação: Solventes sustentáveis dissolvem celulose e têm uso amplo na indústria	<a href="https://revistapesquisa.fapesp.br/agentes-da-separacao/">https://revistapesquisa.fapesp.br/agentes-da-separacao/</a>	2011	QUÍMICA
<b>TDC 5</b>	Da teoria à prática: Caminhos de mão dupla ligam a pesquisa à indústria	<a href="https://revistapesquisa.fapesp.br/da-teoria-a-pratica/">https://revistapesquisa.fapesp.br/da-teoria-a-pratica/</a>	2011	ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA
<b>TDC 6</b>	Voo verde: Estudo incentiva a produção de bioquerosene para a aviação civil	<a href="https://revistapesquisa.fapesp.br/voo-verde/">https://revistapesquisa.fapesp.br/voo-verde/</a>	2013	ENERGIA
<b>TDC 7</b>	Intimidade com a matéria: Equipes trabalham em novos materiais, moléculas biológicas e energia limpa gerada por fusão nuclear	<a href="https://revistapesquisa.fapesp.br/intimidade-com-a-materia/">https://revistapesquisa.fapesp.br/intimidade-com-a-materia/</a>	2014	FÍSICA E QUÍMICA
<b>TDC 8</b>	Extração magnética: Sustentável e menos poluente, novo processo utiliza nanopartículas para a captura e produção de metais	<a href="https://revistapesquisa.fapesp.br/extracao-magnetica/">https://revistapesquisa.fapesp.br/extracao-magnetica/</a>	2015	MINERAÇÃO
<b>TDC 9</b>	Reações Verdes: Produtos com base em matérias-primas renováveis começam a substituir derivados de petróleo	<a href="https://revistapesquisa.fapesp.br/reacoes-verdes/">https://revistapesquisa.fapesp.br/reacoes-verdes/</a>	2017	QUÍMICA
<b>TDC 10</b>	Propulsão verde: Inpe e Aeronáutica desenvolvem motor e combustível sustentável para uso em foguetes e satélites	<a href="https://revistapesquisa.fapesp.br/propulsao-verde/">https://revistapesquisa.fapesp.br/propulsao-verde/</a>	2017	SISTEMAS AEROESPACIAIS
<b>TDC 11</b>	A promessa dos bioplásticos: Apesar do número crescente de opções, alternativas aos polímeros tradicionais de origem fóssil ainda precisam ganhar escala	<a href="https://revistapesquisa.fapesp.br/a-promessa-dos-bioplasticos/">https://revistapesquisa.fapesp.br/a-promessa-dos-bioplasticos/</a>	2020	QUÍMICA VERDE

Fonte: A autora (2021)

Quadro 5: Textos de Divulgação Científica encontrados na Revista Superinteressante

<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO DO ARTIGO</b>	<b>LINK</b>	<b>ANO</b>	<b>NOME DA SEÇÃO</b>
<b>TDC 12</b>	Petróleo verde: De vegetais como a mamona, o dendê e o milho estão saindo plásticos, engrenagens, combustíveis e até órgãos artificiais do corpo humano num movimento que tende a superar o petróleo como a principal fonte de matéria-prima da Química moderna.	<a href="https://super.abril.com.br/ideias/petroleo-verde/">https://super.abril.com.br/ideias/petroleo-verde/</a>	1991	IDEIAS
<b>TDC 13</b>	Ecologia nas fábricas: Para evitar riscos e amenizar as mazelas da poluição são necessários muito trabalho e ideias engenhosas.	<a href="https://super.abril.com.br/ideias/ecologia-nas-fabricas/">https://super.abril.com.br/ideias/ecologia-nas-fabricas/</a>	1992	IDEIAS
<b>TDC 14</b>	Qual é a dos orgânicos: A agricultura que dispensa agrotóxicos e fertilizantes é a que mais cresce no mundo. Mas esses alimentos realmente fazem bem para você e para o meio ambiente?	<a href="https://super.abril.com.br/historia/qual-e-a-dos-organicos/">https://super.abril.com.br/historia/qual-e-a-dos-organicos/</a>	2006	HISTÓRIA
<b>TDC 15</b>	Inovador brasileiro usa substância da casca da laranja para limpar solos contaminados	<a href="https://super.abril.com.br/blog/planeta/inovador-brasileiro-usa-substancia-da-casca-da-laranja-para-limpar-solos-contaminados/">https://super.abril.com.br/blog/planeta/inovador-brasileiro-usa-substancia-da-casca-da-laranja-para-limpar-solos-contaminados/</a>	2015	NÃO ESPECIFICADO

Fonte: A autora (2021)

## 5.1 ANÁLISE DA CATEGORIA 1: ALTERNATIVAS RENOVÁVEIS PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA LIMPA

A categoria 1 está voltada para alternativas renováveis para produção de Energia limpa, fazem parte desta categoria, seis (6) TDC, quais sejam: **TDC 2, TDC 6, TDC 7, TDC 9, TDC 10 e TDC 12**. Como já descrito na metodologia, esta categoria é composta por quatro (4) subcategorias de análise previamente estabelecidas relacionadas a alguns dos princípios da Química Verde, e uma (1) subcategoria que emergiu da análise, totalizando cinco (5) subcategorias. A seguir discutimos cada uma delas, apresentando alguns exemplos das unidades de análise encontradas nos TDC.

### Subcategoria 1- Aspectos sobre a redução de toxidade

Nesta subcategoria 1, encontramos aspectos associados à síntese segura nas pesquisas desenvolvidas em todos os TDC, pertencente a categoria 1, totalizando 12 (doze) unidades de análise: (**TDC 2=1, TDC 6=1, TDC 7=2, TDC 9=4, TDC 10=2, TDC12=2**), como por exemplo, podemos citar alguns recortes das unidades de análise encontradas nos TDC.

*“Os resultados apontam para uma rota alternativa às técnicas atuais no sentido de prover a produção de biodiesel de procedimentos que tragam menos danos ao ambiente com tecnologia limpa.” (TDC 2, p. 77)*

*“Além de fatores econômicos, como a variação dos preços do petróleo, existem também restrições ambientais ao uso de produtos de origem petrolífera em função do aquecimento global, da destruição da camada de ozônio e da poluição. O caminho para encontrar substitutos leva o nome de Química Verde, que busca produtos análogos que substituam os compostos petroquímicos ou novas substâncias para uso da indústria e para o consumo”. (TDC 9, p. 72)*

*Seu objetivo é nada menos que dar um basta ao petróleo, fonte quase exclusiva das matérias-primas com que se fazem extraordinárias substâncias artificiais, sejam plásticos ou remédios. No entanto, as plantas contêm óleos que, transformados da maneira adequada, produzem substâncias equivalentes às antigas. E com inúmeras vantagens, já que, entre os difíceis problemas derivados do petróleo, encontram-se a poluição e o fato de existir em quantidade limitada, enquanto os vegetais podem ser indefinidamente colhidos e replantados. Isso explica o entusiasmo dos pesquisadores com a chamada “Química Verde”. (TDC 12, p. 2)*

Síntese Segura, é o 3º princípio da Química Verde, e nada mais é que a redução da toxicidade, em uma reação química ou síntese de um produto químico, a partir da substituição

de compostos com alta toxicidade por outros com menor toxicidade, com intuito de produzir substâncias com pouca ou nenhuma nocividade à saúde humana e ao ambiente, utilizando-se de vias alternativas que evitem o uso de substâncias tóxicas e procedimentos que tragam menos danos ao ambiente com tecnologia limpa.

Sendo assim, nestes textos de DC investigados encontramos uma série de estratégias para a redução de toxicidade, as quais são atrativas ambientalmente, pois diminuem os resíduos de todo o processo, que foram: a produção de biocombustíveis, como biodiesel e bioquerosene; redução de emissão de gases nocivos na atmosfera, como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e outros poluentes; redução dos impactos ambientais; reduzindo a poluição industrial consequentemente reduz diagnósticos de doenças respiratórias e anencefalias e produção de sensores químicos de controle de poluição ambiental.

De acordo com Santos e Schnetzler (2003) (apud PAULINO, MARCONDES, 2019, p. 1) “Consideramos relevante que o Ensino de Química discuta conhecimentos sobre materiais como os combustíveis, de importância inequívoca em nossa vida” para que assim estes conhecimentos possam ser empregados em resoluções e interferências a serem feitas na presença de problemas ambientais resultantes do uso destes materiais. Assim, os biocombustíveis, com tantas peculiaridades mostram, de fato, amplo auxílio ao meio ambiente, sendo um caminho em substituição ao diesel comercial que afeta indiscriminadamente o planeta com danos irreparáveis.

Neste sentido, o tema redução de toxicidade está intrinsecamente relacionado com os TDC encontrados, a partir destes poderão ser trabalhados diversos temas em sala de aula, através de assuntos e discussões do cotidiano do estudante, acerca de aspectos de importância social, política, histórica, econômica, questões tecnológicas, através de temas relacionados com problemas ambientais, como efeito estufa, camada de ozônio, aquecimento global, alteração climática, incidência de chuvas ácidas, poluentes urbanos do ar, do solo e fontes de contaminação das águas e ao mesmo tempo assuntos vinculados a problemáticas da saúde, como complicações respiratórias, dentre outras.

Posteriormente, podemos discutir os conceitos e propriedades físicas e químicas dos compostos, fonte de energia, composição dos gases, métodos de separação de misturas, modelo e estrutura atômica, tabela periódica, ligações químicas e polaridade (líquidos imiscíveis e miscíveis). Na química Orgânica, por exemplo, a nomenclatura e isomeria dos compostos orgânicos, classificação de cadeias químicas, grupos funcionais e hidrocarbonetos. Algumas reações químicas como reações de oxirredução (agente redutor e agente oxidante), estequiometria das equações químicas, reação de esterificação e transesterificação, reações de

combustão, e também sobre a toxicidade dos metais. Além disso, pode ser pensado experimentos desenvolvendo a capacidade crítica dos educandos para a tomada de decisões e outros diversos assuntos como: bioluminescência, quimiluminescência, bioquímica, reações fotoquímicas, química forense (luminol), e por fim as proteínas bioluminescentes (utilizadas na biomedicina).

### **Subcategoria 2- Eficiência energética**

Nesta subcategoria 2, encontramos aspectos associados à otimização do uso de energia, no **TDC 9**, a seguir apresentamos a unidade de análise que evidencia este processo:

*“A empresa emprega um processo de catálise (para realizar as reações químicas) chamado metátese de olefinas, que substitui alguns derivados petrolíferos, usa menos energia, produz menos resíduos e reduz as emissões de gases nocivos que contribuem para o efeito estufa.” (TDC 9, p. 73)*

O TDC analisado abordou sobre a utilização de menos energia durante um processo químico, a eficiência energética, que é o 6º princípio da Química Verde, e evidencia a otimização do uso de energia, buscando realizar processos químicos industriais com eficiência, à temperatura e pressão ambientes, minimizando o consumo de energia gasta durante um processo químico, que representa um impacto econômico e ambiental.

Neste sentido, com este TDC pode-se trabalhar em sala de aula, a Lei da Cinética Química ou seja, a rapidez que as reações ocorrem, a partir de sua definição, exemplificação e conceitualização dos fatores que podem modificar a reação, permitindo maior eficiência, abordando os conceitos de temperatura, pressão, concentração, superfície de contato, catalisador e inibidor; a teoria das Colisões, colisões efetivas frontais, energia de ativação, sistema, átomos, moléculas.

Bem como, desenvolver a conscientização, redução do impacto ambiental através otimização de energia, utilização de biocombustíveis, produção de energia a partir de fontes renováveis com recursos e elementos inesgotáveis disponíveis na natureza, devido que suas quantidades se renovam continuamente ao serem utilizadas, como a radiação solar, a energia hídrica ou hidráulica (água), oceânica (maremotriz = marés; ondomotriz = ondas), eólica (vento), biomassa (da matéria orgânica de origem animal ou vegetal), o calor geotérmica (do calor vindo do interior da Terra) e também utilização da própria energia gerada durante o processo químico na forma de calor, reduzindo assim o gasto de energia.

### Subcategoria 3- Uso de fontes renováveis de matéria-prima

Nesta subcategoria 3, encontramos aspectos associados à utilização de matérias-primas renováveis, nas pesquisas desenvolvidas dos TDC pertencente a categoria 1, totalizando 16 (dezesesseis) unidades de análise (TDC 2=2, TDC 6=7, TDC 9=2, TDC 10=5), como por exemplo, podemos citar alguns recortes das unidades de análise encontradas nos TDC.

*“O combustível usado foi produzido com cana-de-açúcar do Brasil”, diz Velasco. Antes, em junho de 2012, a empresa já havia fornecido bioquerosene para um voo no Rio de Janeiro durante a Conferência Rio+20. (TDC 6, p. 59)*

*“Eles trazem novas contribuições para a transformação do óleo vegetal em combustível. Em vez do metanol, eles usaram etanol da cana-de-açúcar, um ingrediente renovável, mais a lipase, uma enzima que age na função do catalisador da reação, quebrando e transformando as moléculas do óleo em biodiesel e glicerina”. (TDC 2, p. 76)*

*“Para isso, um grande esforço de pesquisa e desenvolvimento está sendo feito em vários países por instituições e empresas no sentido de alcançar um querosene não mais produzido de petróleo, mas de origem renovável, que lance menos gases nocivos na atmosfera.” (TDC 6, p. 56)*

*“A Agência Espacial Europeia (ESA) também tem candidatos a combustível verde. Um dos projetos é o do monopropelente LMP-103S, desenvolvido pela empresa sueca Ecaps, parceira da ES A. O principal ingrediente é uma substância conhecida como dinitramida de amônio (ADN), obtida por meio de processos químicos cujos resíduos são menos nocivos ao ambiente quando comparados aos de outros propelentes espaciais. Metanol, amônia e água também entram em sua formulação.” (TDC 10, p. 68)*

O uso de Fontes Renováveis como Matéria-Prima, é o 7º princípio da Química Verde que defende que as reações químicas devem ser realizadas por meio da utilização de matérias-primas renováveis, que lancem menos gases nocivos na atmosfera, utilizando sempre que possível, nos produtos e subprodutos de processos químicos, materiais reciclados e reutilizados. Isto porque o consumo e utilização de fontes de energia não renováveis causam impactos significativos ao meio ambiente e também à saúde, desde elevação da temperatura, a partir das altas concentrações de gases de efeito estufa.

As fontes renováveis de energia, apresentam bom custo-benefício e são tidas como limpas, pois, sua principal vantagem é ser menos poluente por não produzir emissão de gases

de efeito estufa, não apresentando riscos de acidentes subsequentes, além do seu baixo custo e permite reaproveitamento de resíduos.

Referente ao TDC 6 “Os exemplos de processos em desenvolvimento no país para produção de bioquerosene renovável mostram que o Brasil busca se firmar na linha de frente no mundo dos biocombustíveis” (OLIVEIRA, 2013, p. 60).

Algumas alternativas apontadas nos TDC foram: a produção de biodiesel a partir do etanol e da lipase, um reagente e um catalisador renováveis; a substituição do petróleo por matérias primas renováveis; produção de bioquerosene renovável; produção de energia; realização de pesquisas alternativas com rotas tecnológicas efetivando a produção de bioquerosene de origem renovável, em substituição do querosene de petróleo combustível para a aviação civil; e a produção de combustível renovável para foguetes e satélites.

Essas relações são atrativas ambientalmente pois além de utilizar um reagente e um catalisador renovável, diminui os resíduos de todo o processo, bem como lança menos emissões de gases nocivos na atmosfera, com baixo índice de toxicidade, menos agressivo à saúde humana e mais amigável ao meio ambiente. A partir disso, podemos fazer uma aproximação do conteúdo abordado, com os seguintes temas: balanceamento de reações químicas, eletromagnetismo, pH, ácido e base, estados físicos da matéria, processos físico e químicos, cadeias carbônicas, métodos de separação, ponto de fusão, ebulição, tipos de misturas, função álcool, fontes e formas de energia, superfície de contato, energia renovável, fonte renovável, fusão nuclear, biocombustíveis e as propriedades do etanol.

Este tema é de suma importância em todo contexto energético que experimentamos, e trabalhar em sala de aula é oportunizar a todos os estudantes adquirir conhecimento intrínseco ao conteúdo de química interdisciplinar, para que este saiba aplicar os conceitos, em situações cotidianas de sua vida, estabelecendo relação com outros fenômenos a sua volta.

#### **Subcategoria 4- Aspectos sobre Desenvolvimento de produtos degradáveis após o término de sua vida útil**

Nesta subcategoria 4, encontramos aspectos associados à produção de produtos degradáveis, onde foram encontrados 3 (três) unidades de análise, todas provenientes do TDC 12, quais sejam:

*“Elas devem substituir o atual sistema à base do gás CFC e podem desbancá-lo como componente das pranchas de surfê. Há três anos, grandes grupos empresariais europeus, como o italiano Ferruzzi, começaram a produzir sacos plásticos de origem*



*mista em derivados de petróleo e do amido de milho. Denominado amido termoplástico e usado para ensacar mercadorias ou lixo, esse plástico é o primeiro do tipo biodegradável: semanas depois de enterrado se decompõe, enquanto os plásticos tradicionais podem entalhar o solo por até um século antes de se desfazer.” (TDC12, p. 3)*

*“Além de conquistar a simpatia dos defensores do meio ambiente, a novidade alertou os agricultores de que existe um florescente mercado, pois a demanda de vasilhames degradáveis pode absorver 320000 toneladas de milho ao ano, na Europa.” (TDC12, p. 3)*

*“No Brasil, embora mais lentamente, há um avanço incipiente, por exemplo na Medicina, onde fazem sucesso os biopolímeros, substâncias de origem vegetal e grande plasticidade.” (TDC12, p. 3)*

Produtos degradáveis, fazem parte do 10º princípio da Química Verde, e defende a ideia de desenvolver substâncias químicas projetadas a biocompatibilidade, que, ao final de sua função ou término de vida útil, haja decomposição pela própria natureza, se fragmentem em produtos de degradação inócuos e não persistam no ambiente.

Desta forma leis e normas reguladoras de fabricação e o problema do descarte de produtos químicos tradicionais ajudam a impulsionar a produção e o consumo dos renováveis, recicláveis e biodegradáveis.

Em resumo, neste TDC investigados encontramos uma gama de estratégias de produção de itens degradáveis, que também podem ser abordados como conteúdo a serem trabalhados em uma sala de aula de Química: estrutura e composição química dos materiais biodegradáveis, biomassa, reações e cadeias químicas, tipos de ligações, hidrocarbonetos, reações de esterificação, aspectos energéticos, química orgânica e inorgânica, biopolímeros, polímeros naturais, fontes renováveis, biocombustíveis recicláveis, como biodiesel e bioquerosene; biodegradabilidade, conscientização ambiental, e ainda sobre a reutilização de materiais, reciclagem, o descarte dos objetos e seu tempo de decomposição. Todos estes procedimentos com intuito de redução da toxicidade na água, ar e principalmente no solo, reduzindo os impactos ambientais.

### **Subcategoria 5- Limitações e dificuldades apresentadas nos estudos da utilização da Química Verde**

Nesta subcategoria 5, encontramos aspectos associados a limitações ou dificuldades para continuação e desenvolvimento dos projetos. Nas pesquisas desenvolvidas dos TDC

pertencentes a categoria 1, totalizaram 11 (onze) unidades de análise (TDC 2=2, TDC 6=5, TDC 9=2, TDC 10=1, TDC12=1), como por exemplo, podemos citar alguns recortes a seguir:

*“Entre os atuais entraves industriais estão o uso do metanol, um produto tóxico derivado do gás natural que ainda não tem similar comercial produzido de biomassa” (TDC 2, p. 76)*

*“Outra tecnologia de fabricação de bioquerosene renovável, dessa vez desenvolvida na Faculdade de Engenharia Química (FEQ) da Unicamp, sob a coordenação do professor Rubens Maciel Filho, está na escala de laboratório e pronta para passar para uma linha de produção-piloto. “Atingimos o máximo de produção que pode ser feita dentro de um ambiente de laboratório, agora estamos trabalhando para captar recursos, ampliar a produção e fazer uma avaliação econômica do nosso bioquerosene e em paralelo um estudo de sustentabilidade”. (TDC 6, p. 60)*

*“O trajeto, até caminhões de bioquerosene adentrarem os aeroportos para abastecer os aviões, ainda é longo e depende também da comprovação de quanto cada biocombustível deixa de emitir CO<sub>2</sub> e outros poluentes, em comparação ao feito de petróleo. “Ainda temos uma dificuldade em estabelecer e analisar o ciclo de vida das emissões do bioquerosene. Não existem dados confiáveis, conforme diagnosticado em nosso estudo”, diz Cortez.” (TDC 6, p. 60)*

*“Segundo o IAE, ainda serão necessários cerca de 10 anos para que o motor L75 realize seu primeiro voo de qualificação, quando todos os parâmetros do propulsor serão testados. O projeto foi dividido em quatro etapas (estudo de viabilidade, projeto preliminar, projeto detalhado e qualificação) e encontra-se hoje na conclusão da segunda fase. “A próxima é elaborar o projeto detalhado, o que deve ocorrer entre 2017 e 2021. Depois, para o período 2022-2026, o motor L75 entrará na fase de qualificação, podendo, após esse período, realizar seus primeiros voos”, afirma Almeida.” (TDC 10, p. 70)*

*“Se dependesse apenas de bons resultados nas pesquisas, há tempos já se poderiam encontrar, em lugar do óleo diesel, óleos extraídos das plantas nos postos de combustível. Mas, de certa forma, dentro das indústrias, eles já são uma realidade prática. A Volkswagen, por exemplo, está testando o familiar óleo de soja e o azeite-de-dendê como combustível, respectivamente, da camionete Saveiro e do carro Parati. O óleo de mamona, já testado e aprovado nos motores do Fiat Fiorino, só não chegou ao mercado até agora porque há um parecer favorável emperrado em alguma prateleira da burocracia ministerial. Enfim, os executivos da empresa Central de Alcool, de Lucélia, SP, estudam a montagem de uma fábrica de extração de óleo de mamona para abastecer seus caminhões. Sua utilização, seja em veículos de transporte de carga, na operação de máquinas industriais ou em equipamentos agrícolas, apresenta vantagens imediatas por ser um produto nacional e menos poluente que o diesel emissor de gás carbônico e por isso causador do efeito estufa, que eleva a temperatura do planeta.” (TDC12, p. 8)*

Sendo assim, nestes TDC investigados os principais pontos expostos pelos autores sobre a dificuldade apresentadas nos estudos, e limitações da definitiva utilização e desenvolvimento da Química Verde, foram:

- ✓ Critérios específicos e rigorosos: para que possa obter a qualificação dos produtos gerados (bioquerosene), deve pertencer ao mesmo nível de satisfação que o combustível mineral (querosene convencional) existente;
- ✓ Tempo: é preciso muito tempo até fazer e refazer testes comprovando definitivamente a redução da toxicidade, de riscos ambientais;
- ✓ Custo: no início e desenvolvimento de qualquer pesquisa de pensamento verde recai sobre custos altos nas fabricações iniciais, de até três vezes mais altos que se utilizasse produtos tóxicos existentes;
- ✓ Intervalo de tempo gasto nas reações: se for comparar o tempo de reação da lipase na produção de biodiesel (24 horas) é muito desproporcional e desvantajoso, pois se for pensar na mesma reação utilizando-se de catalisadores totalmente químicos, (hidróxido de sódio ou também chamada de soda cáustica (NaOH), e hidróxido de potássio (KOH), carbonatos e alcóxidos), danosos ao meio ambiente o tempo se reduz para 4 ou no máximo 5 horas;
- ✓ Outros fatores econômicos: difícil aquisição de unidades específicas para fazer as pesquisas, que nem sempre possuem estes valores e que necessitam de patrocinadores e/ou apoiadores;
- ✓ E conforme os autores relatam, por um lado, existe uma grande variedade de produtos petroquímicos, com preços baixos; por outro, faltam substâncias e processos sustentáveis que possam substituir as existentes.

Contudo, sabemos que os processos que não utilizam metodologias verdes são muito mais rápidos, e isso tem relação direta com a cinética química, a eficiência energética, a rapidez que ocorre uma reação, e é por isso que precisamos de mais estudos para desenvolver processos mais vantajosos para indústria a fim de haver um equilíbrio com a vantagem ao meio ambiente, porque mesmo com tais limitações é importante investimentos e novas pesquisas, pois muitas são as possibilidades e benefícios relacionados a produtos provenientes da Química Verde, como a utilização de fontes renováveis, recicláveis e biodegradáveis, entre outros.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise percebemos que todos os textos de divulgação científica sobre o tema Química Verde encontrados possibilitam discussões e reflexões sobre questões ambientais, sociais, históricas, epistemológicas, políticas e econômicas. A partir deste contexto mais próximo da realidade dos alunos é possível estabelecer exercícios de leitura da DC com alunos do ensino médio, realizando uma mediação dos textos de DC relacionando a conhecimentos da Química.

Notamos a partir do desenvolvimento deste trabalho que a Química Verde, vem sendo desafiada constantemente a desenvolver métodos verdes, buscando alternativas para minimizar os problemas ambientais e a tornar processos químicos mais econômicos e menos poluentes. Ao longo dos últimos anos notamos um interessante crescimento na busca por este conceito e um certo destaque na comunidade científica brasileira e na Educação Química, através de estratégias dentro do ensino e da pesquisa.

No entanto, percebe-se que nem todos seguem todos esses princípios e por isso é preciso que sejam disponibilizados mais credibilidade e incentivos às pesquisas na área, debates a partir de assuntos relacionados ao meio ambiente e a situação atual do planeta que envolvam o tema Química Verde e seus avanços. Por isso, é imprescindível a conciliação de criação de códigos e regulamentações que garantam o cumprimento dessas normas e a efetiva promoção de um ambiente saudável, com pesquisas e conscientização ambiental, para que todos façam a sua parte, desde atitudes simples, pois qualquer atitude é válida, já que a existência do nosso planeta está em jogo.

Entretanto, é importante que existam investimentos e novas pesquisas, pois são muitas as possibilidades e benefícios provindos da Química Verde, apesar das limitações citadas, uma vez que com o desenvolvimento de produtos mais seguros e incentivando estes conceitos da Química limpa, terá mais chances de uma melhoria contínua, na busca em minimizar e até mesmo eliminar os impactos negativos, das ações das indústrias e dos produtos químicos nocivos ao meio-ambiente.

Considerando estas premissas, trabalhando o tema da Química Verde na Escola, poderemos criar um ambiente propício, potencializando o uso correto dos recursos naturais e a importância de preservar o nosso ambiente para a manutenção da vida no planeta, que favoreça a aproximação do conteúdo abordado com a realidade e interações com a natureza, tal e qual com a inclusão de questões sociais vinculada a Química. Já que temos o ideal de que a Química

está em tudo, então também está no meio ambiente, tornando ainda mais importante abordar estes temas ambientais na disciplina, visando uma aprendizagem significativa e contextualizada. Para que desta forma, possa despertar o interesse no público em geral, bem como estudantes e pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento.

É importante ressaltar ainda, que a partir da inserção de TDC na sala de aula, podemos incitar estes pensamentos verdes e práticas sociais fundamentadas na sustentabilidade ambiental, potencializando valores, desenvolvendo concepções, ética, criticidade, formação transformadora dos cidadãos pensantes com a cultura ambiental, sua preservação, e a consciência com nossa realidade e com as gerações futuras. E, assim, entendendo que são responsáveis quanto a seus atos diários e, que é preciso repensar suas práticas sem negligências, sobre o consumo dos recursos não-renováveis, e quando se depararem com situações de degradação do meio ambiente saibam como agir diante deste cenário, e estejam preocupados com as mais diversas questões ambientais. Em vista disso, ao longo da jornada teremos ainda a oportunidade de que mais pessoas se tornem agentes disseminadores das discussões e problematizações acerca desta temática tão primordial.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANASTAS, P. T.; KIRCHHOFF, M. M. **Origins, Current Status, and Future Challenges of Green Chemistry**, Washington, Acc. Chem. Res 2002, 35, 686-694.

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Green Chemistry: Theory and Practice**; Oxford University Press: New York, 1998; p 30.

**Art 225 do Capítulo VI Do Meio Ambiente, da Constituição Federal** (Texto promulgado em 05/10/1988). Acessado em 12 de julho de 2021. Disponível em: [https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/CON1988\\_05.10.1988/art\\_225\\_.asp](https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/CON1988_05.10.1988/art_225_.asp) .

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016. P. 282.

BONZI, R. S. **Meio século de primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo**, Desenvolvimento e Meio Ambiente, vol. 28, pp. 207-215, 2013.

BRANCO, A. D. N.; **Acidentes marítimos e o surgimento de algumas regras**, Trabalho de Conclusão de Curso – Marinha do Brasil, Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante, Rio de Janeiro, 33 p. 2014.

BRUNDTLAND, G. H. **Nosso futuro comum**. Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 2ª edição, Editora da Fundação Getúlio Vargas (FGV), Rio de Janeiro – 1991, 14 p.

BURGIERMAN, D. R. 15 anos de Super. **Revista Superinteressante**, 2002. Acessado em 15 de agosto de 2021. Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/15-anos-de-super/>

BURGIERMAN, D. R. Leia um livro. **Revista Superinteressante**, ed. 353, nov. 2015.

CAPOZOLI, U. **A divulgação e o pulo do gato**. In: MASSARANI, L., MOREIRA, I de C. (Org.) **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Fórum de Ciência e Cultura, 2002, p. 121-132.

CAPRA, F. **As Conexões Ocultas: Ciência para uma vida sustentável**. Tradução de CIPOLLA, M. B. São Paulo: Cultrix, 2005.

CHIAVENATO, J. **O massacre da Natureza**. São Paulo: Moderna, 2005.

FAVARETO, A.; MORALEZ, R. **Energia, Desenvolvimento e Sustentabilidade**. Editora Zouk, 1º edição, Porto Alegre, 2014, p. 15- 393.

FIORESI, C. A. **Textos de Divulgação Científica e as Histórias em Quadrinhos: um estudo das interpretações de estudantes do ensino médio**. Cascavel: Unioeste, 2016. 249 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016.

FIORES, C. A. **Circulação da divulgação científica em livros didáticos de química: a textualização da radioatividade enquanto fato científico.** Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica-UFSC, 2020.

FRANÇA, A. A. **Divulgação científica no Brasil: espaços de interatividade na Web.** Dissertação apresentada ao PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE. São Carlos: UFSCar, 2015. 136 f.

IBAMA. **A lei da natureza: lei de crimes ambientais/ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.** – Brasília: 1998, 64p.

LAGO, A. A. C. **Estocolmo, Rio, Joanesburgo: o Brasil e as três conferências ambientais das Nações Unidas.** Brasília – DF: Thesaurus Editora, 2006.

MASSARANI, L. **A divulgação científica no Rio de Janeiro: algumas reflexões sobre a década de 20.** Rio de Janeiro: IBICT-ECO/UFRJ, 1998. Dissertação de mestrado.

MASSARANI, L., MOREIRA, I de C., BRITO, F. **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil.** Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Fórum de Ciência e Cultura, 2002, p. 231.

MENDES, M. F. A. **Uma perspectiva histórica da divulgação científica: a atuação do cientista-divulgador José Reis (1948-1958),** Rio de Janeiro, 2006.

OLIVEIRA, M. de. Estudo incentiva a produção de bioquerosene para a aviação civil, Edição 209, jul. 2013

PAULINO, A. C.; MARCONDES, M. E. R. O tema “Combustível” como norteador de um Ensino de Química com orientação CTS: visão dos estudantes. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte,** Natal, RN, 2019.

PINHEIRO, L. V. R.; VALÉRIO, P. M.; SILVA, M. R. **Marcos históricos e políticos da divulgação científica no Brasil.** In: BRAGA, G. M.; PINHEIRO, L. V. R. (Org.). Desafios do impresso ao digital: questões contemporâneas de informação e conhecimento. Brasília: Ibict: Unesco, 2009. P. 259-289.

RAICHVARG, D., JACQUES, J. **Savants et ignorants - une histoire de la vulgarization des sciences.** Paris: Éditions du Seil, 1991. 291 p.

SILVA, F. M.; LACERDA, P. S. B.; JONES JUNIOR, J. Desenvolvimento sustentável e Química Verde. **Química Nova,** 2005, Rio de Janeiro, vol.28, n.1, p.103-110

U.S. EPA Environmental Protection Agency. **Pollution Prevention Act of 1990.** Acessado em 10 de julho de 2021. Disponível em: <https://www.epa.gov/p2/pollution-prevention-act-1990>.

U.S. EPA Environmental Protection Agency. **Química Verde.** Acessado em 10 de julho de 2021. Disponível em: <http://www.epa.gov/greenchemistry>.

## 8 APÊNDICE 1- UNIDADES DE ANÁLISE ENCONTRADAS NOS TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Categorias	Subcategorias	Quantidade	Unidades de Análise
Categoria 1- Alternativas renováveis para produção de Energia limpa	Subcategoria 1- Aspectos sobre a redução de toxicidade	12	<p>“Os resultados apontam para uma rota alternativa às técnicas atuais no sentido de prover a produção de biodiesel de procedimentos que tragam menos danos ao ambiente com tecnologia limpa.” (TDC 2, p. 77)</p> <p>“A conta já está feita. A aviação comercial deverá reduzir em 50% as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) até 2050 em relação ao que foi emitido pelos motores de aviões em 2005.” (TDC 6, p. 53)</p> <p>“Equipes do IQ, do Instituto de Química da USP em São Carlos e do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto desenvolvem projetos com o enfoque conhecido como Química Verde, voltado a tornar processos industriais mais econômicos e menos poluentes”. (TDC 7 p. 43)</p> <p>“Um dos ex-alunos de Bechara, Cassius Stevani, pesquisa atualmente as mesmas reações químicas para desvendar como fungos bioluminescentes geram sua luz, um conhecimento que poderia servir para a produção de sensores químicos de controle de poluição ambiental” (TDC 7 p. 43)</p> <p>Em um planeta cada vez mais necessitado de cuidados ambientais, a indústria química passa pelo desafio de encontrar substitutos para os derivados de petróleo. (TCD9, p. 72)</p> <p>“Além de fatores econômicos, como a variação dos preços do petróleo, existem também restrições ambientais ao uso de produtos de origem petrolífera em função do aquecimento global, da destruição da camada de ozônio e da poluição. O caminho para encontrar substitutos leva o nome de Química Verde, que busca produtos análogos que substituam os compostos petroquímicos ou novas substâncias para uso da indústria e para o consumo”. (TCD9, p. 72)</p> <p>“Uma das razões pelas quais os pesquisadores buscam substituir insumos e processos atuais por soluções verdes está na diminuição da quantidade de produtos utilizados na indústria química.” (TDC 9, p. 75)</p> <p>“A pesquisadora conta que um dos desafios em relação à adoção de substâncias verdes na indústria é a necessidade de o custo de produção ser competitivo com os derivados de petróleo. Um exemplo é a possibilidade do uso do óleo das sementes de anis, chamado de anizol, para substituir o tolueno (usado em tintas) e o benzeno, que é cancerígeno. Mas ainda não é utilizado porque o preço do produto natural é alto.” (TDC 9, p. 75)</p> <p>“Utilizar um combustível renovável para foguetes e satélites, com baixo índice de toxicidade, menos agressivo à saúde humana e mais amigável ao meio ambiente, é o objetivo de dois grupos de pesquisa brasileiros, um do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e outro no Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), braço de</p>



Categorias	Subcategorias	Quantidade	Unidades de Análise
			<p>pesquisa do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) do Comando da Aeronáutica.” (TDC 10, p. 67)</p> <p>“A busca por um combustível espacial alternativo, menos nocivo à saúde e ao ambiente, não é uma exclusividade de instituições brasileiras. (TDC 10, p. 67).</p> <p>“Seu objetivo é nada menos que dar um basta ao petróleo, fonte quase exclusiva das matérias-primas com que se fazem extraordinárias substâncias artificiais, sejam plásticos ou remédios. No entanto, as plantas contêm óleos que, transformados da maneira adequada, produzem substâncias equivalentes às antigas. É com inúmeras vantagens, já que, entre os difíceis problemas derivados do petróleo, encontram-se a poluição e o fato de existir em quantidade limitada, enquanto os vegetais podem ser indefinidamente colhidos e replantados. Isso explica o entusiasmo dos pesquisadores com a chamada “Química Verde”. (TDC12, p. 2)</p> <p>“Sua confiança concentra-se, em especial, na mamona, de onde sairiam mais de 600 produtos diferentes. Embora pouco conhecidos, muitos deles já são usados com sucesso. Nos aviões, por exemplo, eles são empregados como estofa nas poltronas, revestimento para as paredes, assim como nos vasos sanitários e até nos carpetes. Sua vantagem é a segurança, pois não queima com facilidade e, quando isso ocorre, não libera gases tóxicos. Assim se evitam tragédias como o célebre acidente de Orly, na França, quando 116 passageiros morreram durante o incêndio de um Boeing 707 da Varig, em 1973. Mas, antes que o fogo atingisse as vítimas, elas já haviam sido sufocadas pelos gases do polivinil, o PVC, derivado de petróleo, usado na época como revestimento e isolante térmico e acústico”. (TDC12, p. 2)</p>
	Subcategoria 2- Eficiência Energética	01	<p>“A empresa emprega um processo de catálise para realizar as reações químicas) chamado metátese de olefinas, que substitui alguns derivados petrolíferos, usa menos energia, produz menos resíduos e reduz as emissões de gases nocivos que contribuem para o efeito estufa.” (TDC 9, p. 73)</p>
	Subcategoria 3- Uso de fontes renováveis de matéria-prima	16	<p>“Eles trazem novas contribuições para a transformação do óleo vegetal em combustível. Em vez do metanol, eles usaram etanol da cana-de-açúcar, um ingrediente renovável, mais a lipase, uma enzima que age na função do catalisador da reação, quebrando e transformando as moléculas do óleo em biodiesel e glicerina”. (TDC 2, p.76)</p> <p>“No caso do biodiesel, o uso do etanol e da lipase é uma relação atrativa ambientalmente, porque além de utilizar um reagente e um catalisador renovável, ela diminui os resíduos de todo o processo”. (TDC 2, p. 77)</p> <p>“Para isso, um grande esforço de pesquisa e desenvolvimento está sendo feito em vários países por instituições e empresas no sentido de alcançar um querosene não mais produzido de petróleo, mas de origem</p>

Categorias	Subcategorias	Quantidade	Unidades de Análise
			<p>renovável, que lance menos gases nocivos na atmosfera.” (TDC 6, p. 56)</p> <p>“Quando estivermos operando em escala industrial, esperamos ser a alternativa mais competitiva dentre os querosenes de aviação renováveis”, diz Velasco. (TDC 6, p. 58-59)</p> <p>“O combustível usado foi produzido com cana-de-açúcar do Brasil”, diz Velasco. Antes, em junho de 2012, a empresa já havia fornecido bioquerosene para um voo no Rio de Janeiro durante a Conferência Rio+20. (TDC 6, p. 59)</p> <p>“Mais de 1.500 voos comerciais e militares já foram realizados com misturas de querosenes renovável e fóssil.” (TDC 6, p. 59)</p> <p>“O primeiro voo comercial com o bioquerosene produzido pela empresa aconteceu em 2011, num Boeing 737-800 da United Airlines, entre as cidades de Houston e Chicago, numa distância de 1,7 mil quilômetros. Segundo dados da Solazyme, o voo deixou de emitir de 10 a 12 toneladas de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Essa quantidade é equivalente ao percurso de 48 mil quilômetros de um automóvel de passageiro médio utilizando gasolina nos Estados Unidos. A empresa, fundada em 2003 e no Brasil desde 2011, produz bioquerosene a partir de microalgas alimentadas com açúcares.” (TDC 6, p. 59)</p> <p>“Os exemplos de processos em desenvolvimento no país para produção de bioquerosene renovável mostram que o Brasil busca se firmar na linha de frente no mundo dos biocombustíveis.” (TDC 6, p. 60)</p> <p>“Existe uma demanda global por parte das companhias de aviação para um combustível que emita menos CO<sub>2</sub>”. (TDC 6, p. 60)</p> <p>“Produtos com base em matérias-primas renováveis começam a substituir derivados do petróleo” (TDC 9, p. 72)</p> <p>“O biopolímero foi desenvolvido pela empresa, com envolvimento de engenheiros, químicos e técnicos, e um investimento de US\$290 milhões. Hoje a empresa tem capacidade de produzir 200 mil toneladas de origem renovável.” (TDC 9, p. 73)</p> <p>“O combustível em desenvolvimento no Inpe, além de ser mais seguro e fácil de manusear, é mais barato do que os propelentes tradicionais e tem o apelo da sustentabilidade. O etanol é um combustível renovável e largamente disponível no Brasil”. (TDC 10, p. 68)</p> <p>“A agência espacial norte-americana, NASA, planeja testar ainda este ano (2017) um propelente alternativo à hidrazina, tradicional combustível de foguetes. Batizado de AF-M315E, ele é um líquido à base de nitrato de amônia, substância mais fácil de obter e menos perigosa de manipular que a hidrazina.” (TDC 10, p. 68)</p>

Categorias	Subcategorias	Quantidade	Unidades de Análise
			<p>“O novo propelente é considerado verde pelos norte-americanos porque tem vantagens ambientais, como a de ser menos tóxico do que a hidrazina.” (TDC 10, p. 68)</p> <p>“A Agência Espacial Europeia (ESA) também tem candidatos a combustível verde. Um dos projetos é o do monopropelente LMP -103S, desenvolvido pela empresa sueca Ecaps, parceira da ESA. O principal ingrediente é uma substância conhecida como dinitramida de amônio (ADN), obtida por meio de processos químicos cujos resíduos são menos nocivos ao ambiente quando comparados aos de outros propelentes espaciais. Metanol, amônia e água também entram em sua formulação.” (TDC 10, p. 68)</p> <p>“O novo combustível, segundo a Ecaps, é mais estável, eficiente e seguro de ser manuseado do que a hidrazina. Com ele é possível reutilizar componentes dos sistemas propulsivos que usam a hidrazina.” (TDC 10, p. 68)</p>
	Subcategoria 4- Aspectos sobre desenvolvimento de produtos degradáveis após o término de sua vida útil	03	<p>“Elas devem substituir o atual sistema à base do gás CFC e podem desbancá-lo como componente das pranchas de surfê. Há três anos, grandes grupos empresariais europeus, como o italiano Ferruzzi, começaram a produzir sacos plásticos de origem mista em derivados de petróleo e do amido de milho. Denominado amido termoplástico e usado para ensacar mercadorias ou lixo, esse plástico é o primeiro do tipo biodegradável: semanas depois de enterrado se decompõe, enquanto os plásticos tradicionais podem entalhar o solo por até um século antes de se desfazer.” (TDC12, p. 3)</p> <p>“Além de conquistar a simpatia dos defensores do meio ambiente, a novidade alertou os agricultores de que existe um florescente mercado, pois a demanda de vasilhames degradáveis pode absorver 320000 toneladas de milho ao ano, na Europa.” (TDC12, p. 3)</p> <p>“No Brasil, embora mais lentamente, há um avanço incipiente, por exemplo na Medicina, onde fazem sucesso os biopolímeros, substâncias de origem vegetal e grande plasticidade.” (TDC12, p. 3)</p>
	Subcategoria 5- Limitações e dificuldades apresentadas nos estudos da utilização da Química Verde	12	<p>“Entre os atuais entraves industriais estão o uso do metanol, um produto tóxico derivado do gás natural que ainda não tem similar comercial produzido de biomassa” (TDC 2, p. 76)</p> <p>“Outro problema está em deficiências no processo de transesterificação, para transformar o óleo vegetal em biodiesel, que resultam em resíduos não aproveitáveis e de baixa qualidade no produto final, independentemente do grão oleaginoso utilizado”. (TDC 2, p. 76)</p> <p>“Apesar dos bons resultados nos trabalhos laboratoriais, a professora Heizir acredita ser ainda prematuro transpor os dados experimentais para uma escala ampliada. Antes é preciso efetuar um estudo técnico-econômico para contabilizar o custo global do processo enzimático. Um dos gargalos é referente ao elevado custo das lipases que</p>

Categorias	Subcategorias	Quantidade	Unidades de Análise
			<p>ainda não são produzidas industrialmente no país. Os principais produtores são empresas da Dinamarca, Estados Unidos e Japão. Mas ainda existem muitas alternativas a serem testadas. Uma delas é o uso de micro-ondas para acelerar a reação de catálise no processo de produção de biodiesel, promovendo um consistente aumento da produtividade. (TDC 2, p. 77)</p> <p>“Nessas etapas, indica o estudo, ainda existem muitas lacunas importantes no âmbito tecnológico e de custos a serem preenchidas. São dificuldades técnicas que vão exigir a participação de todos os envolvidos, de fabricantes de aviões a empresas de aviação, desenvolvedores e fornecedores de combustível, além das entidades certificadoras mundiais. Outro fator a ser levado em consideração é o da logística de produção e distribuição do biocombustível para 108 aeroportos nacionais onde pousam as grandes aeronaves, o que representa 1 milhão de voos programados apenas no espaço aéreo brasileiro, além da necessidade de servir aos 62 mil voos internacionais que partem por ano do Brasil, com destino a 58 aeroportos de 35 países. Esses voos para o exterior representam 60% do consumo de querosene para aviação no país.” (TDC 6, p. 56).</p> <p>“Com um processo mínimo de hidrogenação, o farneseno se transforma em farnesano, que nada mais é do que o bioquerosene”, diz Joel Velasco, vice-presidente sênior da Amyris. “As nossas patentes e tecnologia estão principalmente nas linhagens da levedura desenvolvidas pela Amyris, porém o farnesano não é um produto transgênico”, diz Velasco. “Até agora o farneseno foi produzido em escala relativamente pequena, resultando obviamente em custos maiores que o querosene tradicional. Porém esses custos já estão reduzindo na medida em que aumentamos a escala”, diz Velasco.” (TDC 6, p. 58).</p> <p>“A fabricação do bioquerosene no Brasil ainda depende de acertos com alguma outra empresa especializada em refino ou mesmo com a construção de uma unidade própria. Tanto a Solazyme quanto a Amyris podem adaptar as tecnologias próprias para outros tipos de açúcar como a beterraba na Europa, o amido do milho, nos Estados Unidos, e também o bagaço de cana-de-açúcar.” (TDC 6, p. 60)</p> <p>“Outra tecnologia de fabricação de bioquerosene renovável, dessa vez desenvolvida na Faculdade de Engenharia Química (FEQ) da Unicamp, sob a coordenação do professor Rubens Maciel Filho, está na escala de laboratório e pronta para passar para uma linha de produção-piloto. “Atingimos o máximo de produção que pode ser feita dentro de um ambiente de laboratório, agora estamos trabalhando para captar recursos, ampliar a produção e fazer uma avaliação econômica do nosso bioquerosene e em paralelo um estudo de sustentabilidade”. (TDC 6, p. 60)</p>

Categorias	Subcategorias	Quantidade	Unidades de Análise
			<p>O trajeto, até caminhões de bioquerosene adentrarem os aeroportos para abastecer os aviões, ainda é longo e depende também da comprovação de quanto cada biocombustível deixa de emitir CO<sub>2</sub> e outros poluentes, em comparação ao feito de petróleo. “Ainda temos uma dificuldade em estabelecer e analisar o ciclo de vida das emissões do bioquerosene. Não existem dados confiáveis, conforme diagnosticado em nosso estudo”, diz Cortez. (TDC 6, p. 60)</p> <p>"Embora ainda engatinhando no mundo da indústria, a Química Verde ganha, no Brasil, estratégias para desenvolvimento do setor que incluem envolver cada vez mais a pesquisa e o ensino." (TDC 9, p. 75)</p> <p>“A EBQV é uma escola virtual que não tem estrutura própria. [...] explica o químico Peter Seidl, coordenador da EBQV. Seidl entende que trabalhar apenas utilizando a Química Verde ainda não é possível. “É preciso desenvolver processos, além de ser necessário verificar os gargalos tecnológicos das empresas.” Ele afirma também que é necessário criar mais programas de pós-graduação em Química Verde no país.” (TDC 9, p.75)</p> <p>“Segundo o IAE, ainda serão necessários cerca de 10 anos para que o motor L75 realize seu primeiro voo de qualificação, quando todos os parâmetros do propulsor serão testados. O projeto foi dividido em quatro etapas (estudo de viabilidade, projeto preliminar, projeto detalhado e qualificação) e encontra-se hoje na conclusão da segunda fase. “A próxima é elaborar o projeto detalhado, o que deve ocorrer entre 2017 e 2021. Depois, para o período 2022-2026, o motor L75 entrará na fase de qualificação, podendo, após esse período, realizar seus primeiros voos”, afirma Almeida.” (TDC 10, p. 70)</p> <p>“Se dependesse apenas de bons resultados nas pesquisas, há tempos já se poderiam encontrar, em lugar do óleo diesel, óleos extraídos das plantas nos postos de combustível. Mas, de certa forma, dentro das indústrias, eles já são uma realidade prática. A Volkswagen, por exemplo, está testando o familiar óleo de soja e o azeite-de-dendê como combustível, respectivamente, da camionete Saveiro e do carro Parati. O óleo de mamona, já testado e aprovado nos motores do Fiat Fiorino, só não chegou ao mercado até agora porque há um parecer favorável emperrado em alguma prateleira da burocracia ministerial. Enfim, os executivos da empresa Central de Alcool, de Lucélia, SP, estudam a montagem de uma fábrica de extração de óleo de mamona para abastecer seus caminhões. Sua utilização, seja em veículos de transporte de carga, na operação de máquinas industriais ou em equipamentos agrícolas, apresenta vantagens imediatas por ser um produto nacional e menos poluente que o diesel emissor de gás carbônico e por isso causador do efeito estufa, que eleva a temperatura do planeta.” (TDC12, p. 8)</p>

Fonte: A autora (2021)