

# A QUÍMICA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO EM PUBLICAÇÕES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA

*Chemistry for Sustainable Development: a bibliographical survey in publications of the Brazilian Society of Chemistry*

Laiany Brito Rogério<sup>1</sup>  
Rosivânia da Silva Andrade<sup>2</sup>  
Diego Arantes Teixeira Pires<sup>3</sup>

**Resumo:** O presente levantamento bibliográfico foi realizado nos números especiais que compõem o Movimento Química Pós 2022 - Sustentabilidade e Soberania da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), com o objetivo de analisar quais os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são abordados nas pesquisas brasileiras na área de Química. Para tanto, o estudo tem uma abordagem qualitativa apoiada na pesquisa bibliográfica. Foram analisadas 50 publicações que abordaram, principalmente, acerca da Educação de Qualidade (ODS 4) e do Consumo e Produção Responsáveis (ODS 12). A análise dessas publicações buscou evidenciar o compromisso da comunidade científica brasileira com a sustentabilidade, apresentando estudos inovadores que visam reduzir os impactos ambientais, melhorar a qualidade de vida das populações e promover Educação Química para formação cidadã. Portanto, é por meio dos avanços, nas áreas da Química Verde, como materiais sustentáveis, tecnologias limpas, processos eficientes e por meio da Educação Química para o Desenvolvimento Sustentável, que se tem demonstrado que a Química desempenha um papel fundamental na busca de soluções sustentáveis para os desafios globais discutidos na Agenda 2030.

**Palavras-chave:** Química, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, Agenda 2030, Pesquisa Bibliográfica.

**Abstract:** *This bibliographic survey was carried out in the special issues that make up the Post 2022 Chemistry Movement - Sustainability and Sovereignty of the Brazilian Society of Chemistry (SBQ), with the objective of analyzing which Sustainable Development Goals (SDGs) are addressed in Brazilian research in the area of Chemistry. To this end, the study has a qualitative approach supported by bibliographic research. A total of 50 publications were analyzed, which mainly addressed SDG 4 - Education of quality, and SDG 12 - Responsible consumption and*

---

<sup>1</sup> Licencianda em Química pelo IFG - Campus Luziânia. E-mail: laianybritorogério@gmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Educação pela UFSCar. E-mail: rosivania.andrade@univasf.edu.br

<sup>3</sup> Doutor em Química pela Universidade de Brasília. E-mail: diego.pires@ifg.edu.br

*production. The analysis of these publications sought to highlight the commitment of the Brazilian scientific community to sustainability, presenting innovative studies that aim to reduce environmental impacts, improve the quality of life of populations and promote Chemical Education for citizenship training. Therefore, it is through advances in the areas of Green Chemistry, sustainable materials, clean technologies, efficient processes, and Chemical Education for the Sustainable Development, which has shown that Chemistry plays a key role in the search for sustainable solutions to the global challenges discussed in the 2030 agenda.*

**Keywords:** Chemistry, Sustainable Development Goals, 2030 Agenda, Bibliographic Research.

## 1. INTRODUÇÃO

A Química desempenha um papel essencial em ajudar a sociedade no alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ACS, 2023). Principalmente, por contribuir na busca de soluções sustentáveis que promovem o desenvolvimento equilibrado e preservam os recursos naturais para as gerações futuras.

A *American Chemical Society* identificou 7 ODS prioritários (em um total de 17), os quais são indispensáveis para o trabalho da química, dentre eles, se encontram os ODS 2 (Fome Zero), ODS 3 (Saúde e Bem-estar), ODS 6 (Água Potável e Saneamento), ODS 7 (Energia Limpa e Acessível), ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima) (ACS, 2023). Aliados a esses ODS, Andrade e Zeidler (2024) destacam os ODS 4 (Educação de Qualidade). De acordo com as autoras, a educação e a inovação em Química Verde e Sustentável estão entre os principais fatores de mudança para o Desenvolvimento Sustentável.

Portanto, diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, e pela necessidade de garantir um futuro mais sustentável, a Química se tornou uma aliada fundamental na conquista dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pelas Nações Unidas.

A Sociedade Brasileira de Química (SBQ) tem sido um importante fórum de divulgação e discussão de pesquisas científicas relacionadas a essa temática. Considerando a comemoração do bicentenário da Independência do Brasil e do Ano Internacional das Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável em 2022, a SBQ, em meados de 2021, lançou o "Movimento Química Pós 2022: Sustentabilidade e Soberania", com o objetivo principal de promover diversas atividades para que a química contribua com o desenvolvimento sustentável e a soberania do Brasil nos próximos anos (Rocha; Silva et al., 2022).

Com enfoque no tema "Química Para o Desenvolvimento Sustentável", na época da 45ª Reunião Anual da SBQ, em maio de 2022, foram lançados números especiais de três das revistas da sociedade, totalizando 71 contribuições dentre elas artigos, revisões, relatos e os editoriais de cada revista.

Diante do exposto, surgiu o seguinte questionamento: Quais Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram abordados nos números especiais das

revistas da SBQ? À vista dessa questão, o objeto de estudo deste levantamento bibliográfico é investigar como os ODS são incorporados e discutidos nas pesquisas científicas publicadas pela SBQ, presentes nos números especiais do Movimento Química Pós 2022 - Sustentabilidade e Soberania.

Para tanto, seguiremos com uma discussão teórica acerca dos ODS e suas relações com a sociedade, economia e ambiente. Apresentaremos o percurso metodológico desse levantamento bibliográfico, seguido da identificação e análise de como os ODS estão incorporados nas diferentes subáreas da Química, viabilizando um panorama de como a Química tem contribuído para o alcance dos ODS, considerando esta uma ciência básica para Desenvolvimento Sustentável.

## 2. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável é um plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade (Organização das Nações Unidas [ONU], 2015). Os 17 objetivos e 169 metas são o núcleo dessa agenda para orientar o crescimento econômico, inclusão social, o bem-estar humano e proteção ambiental de todas as nações até 2030.

Rockström e Sukhdev (2016) organizaram os 17 ODS em três dimensões da sustentabilidade (Figura 1), almejando integrar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em diferentes camadas dos sistemas de interação do desenvolvimento sustentável global. Essas camadas incluem a Biosfera, Sociedade e Economia, com o topo do modelo, representando as Parcerias e Meios de Implementação. O modelo sugere que as parcerias são fundamentais para alcançar todos os outros objetivos.



Figura 1 – As dimensões dos ODS. Fonte: Rockström e Sukhdev (2016)

A Biosfera abrange os ODS 15 (Vida terrestre), ODS 14 (Vida na água), ODS 6 (Água potável e saneamento) e ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima), relacionados à natureza em sua totalidade, incluindo a vida na terra e na água e ações para combater a mudança global do clima. Destaca-se a importância da preservação dos recursos naturais e da gestão sustentável para garantir uma vida de qualidade e minimizar as alterações climáticas para as futuras gerações.

Na dimensão da Sociedade, os ODS 1 (Erradicação da pobreza), ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis), ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Eficazes), ODS 7 (Energia limpa e acessível), ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), ODS 4 (Educação de qualidade), ODS 5 (Igualdade de gênero) e ODS 2 (Fome zero e agricultura sustentável) buscam erradicar a pobreza, alcançar a fome zero e promover a agricultura sustentável. Além disso, focam na saúde, educação de qualidade, igualdade de gênero, desenvolvimento de cidades e comunidades sustentáveis e acesso à energia limpa. Esses elementos formam a base para um desenvolvimento social que combate a fome e a pobreza, melhora a saúde e o bem-estar, além disso, promove a educação como um agente transformador na sociedade, incluindo a promoção da paz, igualdade e acesso à justiça.

A Economia é representada por quatro ODS, a saber: ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico), ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura), ODS 10 (Redução das desigualdades) e ODS 12 (Consumo e produção responsáveis). Esses ODS buscam promover o crescimento econômico por meio de práticas como a economia circular, inovação, sustentabilidade e gestão de resíduos, tornando as indústrias mais limpas e sustentáveis, além de fomentar o consumo consciente dos recursos naturais.

Por fim, os ODS 17 ocupam o topo, cortando todas as esferas. Buscando garantir a implementação, criação e revitalização das parcerias globais para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030. Essa colaboração é essencial para enfrentar os desafios globais e garantir um futuro mais sustentável para todos.

A abordagem proposta por Rockstrom e Sukhdev (2016) proporciona uma visão holística e integrada do desenvolvimento sustentável, enfatizando a necessidade de uma abordagem colaborativa e sinérgica para enfrentar os desafios globais.

Ao incorporar os ODS em todas as camadas do modelo, Rockström e Sukhdev (2016) enfatizam a importância de considerar a sustentabilidade em todas as dimensões da sociedade, da economia e do ambiente. Esse modelo pode servir como uma ferramenta valiosa para orientar políticas e ações rumo a um futuro mais sustentável, ao promover ações coordenadas e harmoniosas entre diversos atores e setores.

### 3. Caminhos Metodológicos

O estudo tem uma abordagem qualitativa (Flick, 2009) apoiada na pesquisa bibliográfica (Gil, 2017), a partir do levantamento dos números especiais das revistas *Journal of the Brazilian Chemical Society* (JBCS), Revista Virtual de Química (RVq) e Química Nova na Escola (QNEsc) (Tabela 1).

Esses números especiais compõem o Movimento Química Pós 2022 - Sustentabilidade e Soberania (MQP2022), o qual, de acordo com Rocha (2022), tem como objetivo promover atividades que façam com que a Química contribua para a sustentabilidade e soberania do Brasil nos anos que estão por vir em sintonia com a Agenda 2030 e com seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Tabela 1 – Números especiais das revistas que compõem o Movimento Química Pós 2022.

Revista	Volume/Número especial	Quantidades de artigos
<i>Journal of the Brazilian Chemical Society</i>	v. 33 n. 7	11
	v. 33 n. 8	12
Revista Virtual de Química	v. 14 n. 3	11
Química Nova na Escola	v. 44 n. 2	16

Fonte: PubliSBQ (2022)

Os números especiais tiveram como temas "Química para o desenvolvimento sustentável" (JBCS e RVq), e "Ensino de Química para o desenvolvimento sustentável" (QNEsc). Foram obtidos 50 trabalhos, sendo 23 no *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 11 na Revista Virtual de Química e 16 na Química Nova na Escola, de acordo com a Tabela 1.

O número de trabalhos indicados na Tabela 1 seguiram os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos para esse estudo. Os critérios de inclusão envolveram: (I) ser uma publicação dos números especiais que compõem o Movimento Química Pós 2022 - Sustentabilidade e Soberania (MQP2022), (II) está no formato artigo e (III) está disponível na íntegra. Inicialmente, foi realizada uma leitura exploratória para identificar as informações e os dados constantes nos artigos organizando-os com o suporte do *Microsoft Excel 2019*, em termos de título, autores e/ou autoras e a revista em que foi publicado.

Com base nos critérios de inclusão, não foram computados na Tabela 1: 17 artigos no formato de revisão, sendo 8 localizadas no JBCS (4 no Vol. 33, n. 7, e 4 no Vol. 33, n. 8) e 9 localizados na RVq. Também identificamos um artigo no formato relato, localizado no JBCS (Vol. 33, n. 8). Além de três editoriais, 1 localizado no JBCS (Vol. 33, n.7), 1 localizado na RVq e 1 localizado na QNEsc.

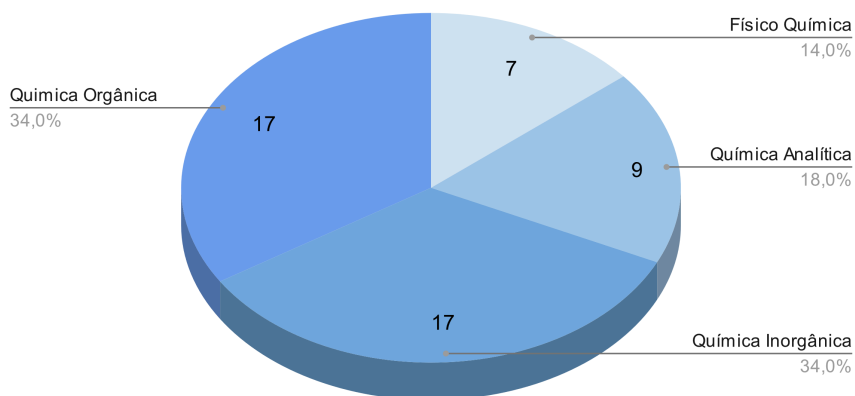
Em seguida, foi realizada uma leitura seletiva dos títulos e subtítulos do texto, resumo, palavras-chave, tabelas, gráficos e ilustrações, a fim de identificar ODS abordadas no estudo de cada artigo analisado.

Após a identificação dos possíveis ODS abordados/discutidos em cada artigo, foi realizada uma leitura analítica que consistiu na leitura integral dos artigos e na identificação, hierarquização e sistematização das ideias-chave que sustentam/orientam os ODS identificado em cada artigo. Por fim, realizou-se uma leitura interpretativa que viabilizou uma síntese integradora dos principais ODS e de seus meios de implementação e abordagem nas pesquisas publicadas nos números especiais que compõem o Movimento Química Pós 2022.

#### 4. Resultados e discussões

A Química, como ciência básica para o Desenvolvimento Sustentável, desempenha um papel essencial para ajudar a sociedade a alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os resultados mostram o emprego de diferentes áreas da Química como oportunidade de desenvolver práticas de fabricação de produtos químicos verdes e sustentáveis, uma educação em química verde e sustentável, pesquisas em eficiência energética de combustíveis fósseis avançadas e limpas, além da redução da poluição ambiental, aumentando, substancialmente, a reciclagem e reutilização segura dos produtos químicos e materiais perigosos, minimizando a liberação destes na água, ar e solo.

Identificamos que, dos 50 trabalhos analisados, grande parte das pesquisas estão relacionadas à subárea de Química Orgânica (total de 17), conforme o gráfico 1. Dos 17 artigos, que correspondem a 34,0% das publicações, nove foram publicados no *Journal of the Brazilian Chemical Society* (JBACS) (quatro no Vol. 33, n.7, e cinco no Vol. 33, n. 8), três artigos na Revista Virtual de Química (RVq) e cinco artigos na Química Nova na Escola (QNEsc). O elevado quantitativo de artigos na subárea de Química Orgânica (34,0%) está relacionado ao reflexo histórico das pesquisas desenvolvidas quanto à Química Verde e Sustentável (Andrade; Zeidler, 2024), principalmente, quando pensamos em métodos mais eficientes de sínteses orgânicas, uso de solventes benignos, produção de recursos energéticos renováveis e a produção e consumo sustentável de produtos químicos.

Gráfico 1 – Distribuição das publicações por subárea.<sup>4</sup>

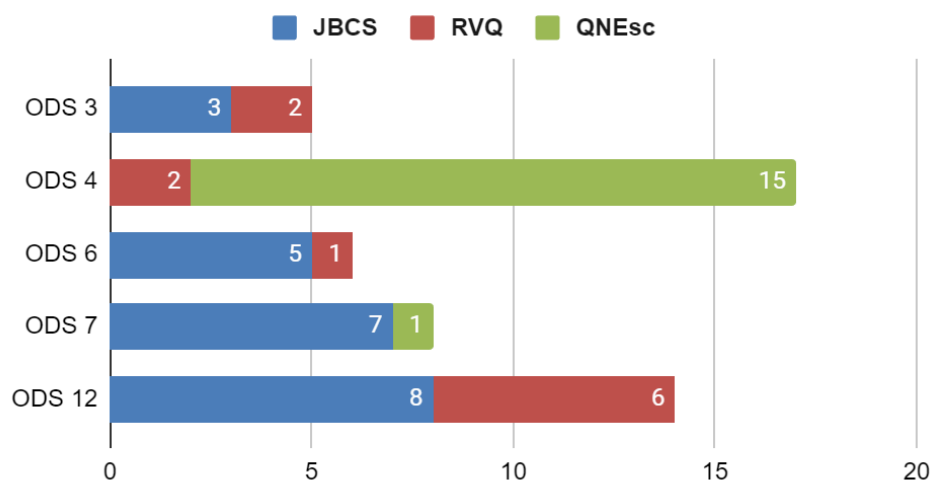
Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Trabalhos que abordaram a Química Inorgânica também foram expressivamente identificados, com um total de 17 artigos (34,0%), dos quais foram publicados oito na JBCS – sendo três no Vol. 33 n.7 e cinco no vol. 33 n.8. Na QNEsc (vol. 44 n.2), foram publicados três artigos e na RVq foram publicados seis artigos. O número crescente de pesquisas nessa área, nos últimos anos, reflete o papel que a química inorgânica vem desempenhando no desenvolvimento de catalisadores mais eficientes e menos tóxicos, em pesquisas de nanopartículas para aplicações ambientais e energéticas e no desenvolvimento de processos de reciclagem mais eficientes para metais e outros materiais inorgânicos (Andrade; Zeidler, 2024).

As pesquisas publicadas nas revistas JBCS, RVq e QNEsc sinalizam o avanço global em áreas importantes, tais como a saúde, educação, igualdades de gênero e energia limpa para o Desenvolvimento Sustentável. No gráfico 2 podemos observar o quantitativo de artigos publicados em cada revista em relação aos ODS, proporcionando uma análise quanto a interseção entre a pesquisa científica e os desafios para se alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

<sup>4</sup> As subáreas foram determinadas a partir da Tabela das Áreas de Conhecimento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para as áreas do conhecimento: Química (10600000).

Gráfico 2 – Distribuição dos ODS por revista.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Em relação aos ODS 3 (Saúde e Bem-estar), observamos que os artigos publicados tanto no JBCS, quanto na RVQ, discutem a meta 3.9, destacando a necessidade da redução no número de doenças e mortes pela contaminação da água e do solo, por produtos químicos como os pesticidas, que demonstram causar efeitos adversos em organismos não-alvos, entre os quais estão os Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), que possuem, em sua maioria, a característica de serem lipofílicos, podendo se acumular nos tecidos adiposos de animais e nos seres humanos, em específico, no leite materno, por possuir alto teor de gordura, causando uma contaminação cada vez mais precoce. Na meta 3.9, também se destaca a necessidade da redução da poluição do ar como forma de se restringir os números de doenças e mortes.

O artigo escrito por Vieira e colaboradores (2022), publicado no Vol. 33, n. 7 da JBCS, destaca que pesticidas e outros contaminantes provenientes de múltiplas fontes externas entram no corpo humano, e representam um possível risco à saúde do ser humano. Partindo disto, eles buscaram desenvolver, validar e aplicar um método multirresíduos, que fosse eficaz para a determinação de poluentes orgânicos persistentes (POP) e agrotóxicos, em amostras de leite de materno. O método utilizou uma combinação dos princípios de cromatografia gasosa, espectrometria de massas, ionização por captura de elétrons e análise estatística, a fim de identificar e quantificar os agrotóxicos presentes nas amostras.

A análise foi realizada por GC-NCI-MS para alcançar alta sensibilidade. O método desenvolvido foi aplicado em amostras de leite materno coletadas no estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil, e a análise de componentes principais (PCA) foi aplicada para correlacionar os agrotóxicos detectados com as informações das amostras (Vieira et al., 2022, p.1)



Podemos destacar também o artigo escrito por Arbilla e colaboradores (2022), publicado na RVq, que destaca a complexidade da topografia da cidade do Rio de Janeiro (RJ) e a diversidade de fontes de emissão resultantes do trânsito de veículos, e que, por estas razões, a cidade não dispõe de rede de monitoramento fixo adequado e apenas a estação do bairro Irajá (RJ) determina as concentrações de material particulado fino de forma contínua. Destaca-se, ainda, que ambas as estações trabalham com análise gravimétrica, que é utilizada para quantificar concentrações de material particulado (PM). Os autores indicam também que, apesar de o índice de qualidade do ar, em geral, ser “bom”, ainda houve, em 2021, uma superação do valor, colocando em risco a saúde da população.

Resultados obtidos por essa estação e pela estação de monitoramento móvel, que operou em diversos pontos da cidade entre 2010 e 2018, mostram que apesar do índice de qualidade do ar para este poluente ser em geral “bom”, conforme a legislação brasileira, o valor de  $15 \mu\text{g m}^{-3}$  estabelecido pela OMS em 2021 é superado, em algumas áreas da cidade, em pelo menos 50% dos dias, o que coloca em risco a saúde da população, especialmente dos mais vulneráveis, crianças e idosos (Arbilla; Rodrigues; Silva, 2022, p.11).

Observamos que os ODS 4 (Educação de qualidade) foram localizados com quantitativo elevado em publicações da revista QNEsc, uma vez que, dentre as revistas analisadas, é a única que se apresenta como um espaço aberto ao educador, estimulando debates e reflexões sobre o ensino e a aprendizagem de Química, de forma a contribuir para a formação da cidadania. Também foram localizados 2 artigos nas publicações da revista RVq, os quais evidenciaram abordagens educativas focadas na sustentabilidade e conscientização sociocientífica. Os ODS 4, no que tange à meta 4.7, busca, até 2023, garantir que todos possuam conhecimentos e habilidades importantes para a promoção do desenvolvimento sustentável, por meio da educação para a sustentabilidade e estilos de vida sustentáveis, uma vez que se faz necessário um modo de vida que não prejudique, permanentemente, o planeta.

Neste contexto, podemos citar o artigo escrito por Adams e colaboradores (2022), que destacaram ser importante que os alunos da Educação Básica aprendam conhecimentos químicos, contribuindo para formar um pensamento crítico sobre a sua realidade e da sociedade em que estão inseridos, tornando-os capazes de promover mudanças positivas nelas.

É de fundamental importância que os estudantes da Educação Básica se apropriem dos conhecimentos químicos de forma a pensar criticamente sobre sua realidade e o mundo em que estão inseridos de modo a se tornarem aptos a promover mudanças benéficas nesta sociedade. O Projeto Temático “Química e Energia em prol de um desenvolvimento sustentável”, buscou, a partir dos conceitos químicos de termoquímica, que os estudantes refletissem sobre qual combustível utilizar em um carro flex, o de maior rendimento, qual seja, a gasolina, ou o menos poluente, o etanol (Adams; Nunes, 2022, p.1, 10).

Nesta mesma linha de escrita, podemos citar o artigo escrito por Lima e colaboradores (2022), que destaca a associação do conhecimento ambiental aprendido pelos alunos com diversas metas, principalmente, as relacionadas ao consumo e produção responsável, como o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos. Lima e seus colaboradores também destacaram ter identificado o desenvolvimento de habilidades, tais como o pensamento crítico, a resolução de problemas e o trabalho em grupo, através da aplicação de um estudo de caso interrompido sobre a temática Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e seus impactos na agricultura.

Os resultados alcançados demonstraram o potencial da aplicação do caso interrompido para discussão de aspectos que acabaram por propiciar o desenvolvimento de conhecimento ambiental, de naturezas diversas, de graduandos em química, a saber: efeitos dos metais pesados no ambiente; legislação e gestão ambiental; qualidade do solo; gerenciamento de resíduos sólidos; remediação do solo (Lima; Oliveira; Queiroz, 2022, p.9).

Os trabalhos que foram identificados no ODS 6 (Água potável e saneamento), publicados na JBCS e na RVq, destacam que a contaminação da água por poluentes orgânicos, como também a presença de compostos metálicos, como cádmio em ambientes aquáticos podem ocasionar o surgimento de anormalidades renais e doenças no sistema nervoso. Além disso, apresenta discussões sobre a presença do arsênio em águas superficiais e subterrâneas, tratada como um problema ambiental devido ao seu efeito tóxico e carcinogênico, contribuindo para prejudicar a saúde de seres humanos, animais e plantas.

Ao voltarmos o olhar para a meta 6.3, notamos a importância da redução da poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, a fim de evitar a ocorrência de problemas ambientais associados aos rejeitos de minério de ferro (IOTS), no solo, nas águas superficiais e barragens de descarte, que causam acidentes ambientais graves, tais como os vistos no desabamento da Barragem de Fundão (Mariana, Brasil, 2015) e da Mina do Feijão (Brumadinho, Brasil, 2015) como exposto no artigo de Pinto e colaboradores (2022), publicado na JBCS Vol. 33, n.8.

No artigo escrito por Martins e colaboradores (2022), os autores apresentaram a problemática entorno da contaminação de águas superficiais e subterrâneas por arsênio e como seria possível fazer a remoção do arsênio das águas. No artigo escrito por Carneiro e colaboradores (2022), é apresentada a presença de cádmio no ambiente aquático e o risco quanto a sua ingestão pelos humanos.

Neste trabalho descrevemos um método para converter  $Fe_2O_3$  em  $\alpha$ -Fe e enriquecer ferro a partir de rejeitos de minério de ferro por redução direta de  $H_2$  em temperaturas relativamente baixas e separação magnética de dois tipos de rejeitos de minério de ferro com uma composição majoritária de óxido de ferro, e sílica. As principais conclusões foram resumidas da seguinte forma: (i) após redução direta

com H<sub>2</sub> a 500 °C as fases de óxido de ferro foram convertidas em  $\alpha$ -Fe sem alterações significativas nas morfologias das partículas; (ii) as separações magnéticas demonstraram que o teor total de ferro para a fração magnética aumentou do inicial 19,2 para ca. 70% em peso para ST e de 50 a 56% em peso para MT. Uma recuperação de ferro de 55 e 86% Fe foi obtida sob condições ótimas: usando gás hidrogênio com vazão de 50 mL min<sup>-1</sup>, temperatura de 500 °C durante 3 h (Pinto et al., 2022, p.8).

A adição de 7% (m/m) de bentonita às nanopartículas de hematita produzidas em escala industrial pelo método de precipitação sequencial a partir da drenagem ácida de mina demonstrou ser eficiente para a produção de pellets de boa resistência ao atrito e adequados para a aplicação em processos de tratamento de água para remoção de arsênio. A remoção de arsênio presente numa amostra real de drenagem ácida de mina em operação contínua em leito fixo revelou que a cinética de adsorção de arsênio utilizando os pellets NHP e NHP7B é mais lenta do que sobre o material comercial GEH (Martins et al., 2022, p.9).

O uso de UiO-66 atende aos requisitos da química analítica verde no sistema de fluxo, uma vez que não foram utilizados solventes orgânicos e agentes quelantes tóxicos. Além dessas características, a síntese do UiO-66, quando comparada a outros adsorventes anteriormente utilizados para pré-concentração de cádmio acoplada ao TS-FF-AAS, é mais fácil e barata de ser realizada. Em termos de características analíticas, o método proposto apresenta limite de detecção muito baixo, alto fator de pré-concentração, baixo consumo de amostra, alta reutilizabilidade do UiO-66, uma vez que apenas uma minicoluna foi utilizada durante todo o desenvolvimento do método, e ausência de efeito matriz para diferentes tipos de amostras de água (Carneiro et al., 2022, p.9-10).

Ao observarmos as pesquisas relacionadas aos ODS 7 (Energia limpa e acessível), notamos que os artigos de Romão et. al. (2022), Coelho et. al. (2022) e Brum et. al. (2022) se direcionam a alcançar a meta 7.a. Essa meta, assim como as pesquisas identificadas, busca resultado quanto ao desenvolvimento e acesso a tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, trazendo destaque para a utilização de polímeros condutores que podem ser utilizados em campos tecnológicos diversos, tais como de energia verde.

Destacamos aqui o artigo escrito por Romão e colaboradores (2022), no qual os autores apontam a crescente busca por recursos energéticos renováveis, que possam ser um substituto para a dependência global em recursos baseados em fósseis. Os autores apontaram que, entre os recursos renováveis que podem ser encontrados, está a biomassa lignocelulósica, por possuir baixo custo, carbono neutro e a possibilidade de ser transformada em biocombustíveis, além de ser encontrada, em abundância, em recursos provenientes do ambiente florestal e das atividades agrícolas, sendo suas importantes fontes.

O biocarvão produzido, é considerado promissor para utilização em processos de adsorção, como biofertilizante ou combustível sólido [...], a casca do coco, resíduo da cultura alimentar, é um bom material para a produção sustentável de bioenergia, gerando um potencial energético teórico equivalente a 398.312.618 MJ por ano (Romão et al., 2022, p.8).

Ao observarmos os artigos direcionados à meta 7.2, a qual ressalta a ampliação da participação de energias renováveis na fonte energética global, a energia solar se apresenta como uma fonte de energia limpa e renovável, possuindo um impacto para o aquecimento global menor do que outras fontes energéticas.

A utilização da energia solar como fonte de energia renovável é identificada no artigo escrito por Sousa e colaboradores (2022), publicado na QNEsc (Vol. 44 n. 2), com um viés educacional, e o artigo escrito por Coelho e colaboradores (2022), publicado na JBCS (vol. 33, n. 7), traz destaque o baixo impacto da energia solar no aquecimento global e para a conversão direta da energia solar em energia elétrica.

Comparou-se as temperaturas de dois aquecedores solares de água feitos de materiais reutilizados: em um deles utilizou-se uma camada de garrafas PET com gás carbônico colocada sobre a coluna de aquecimento e em outro não. A partir dos resultados, constata-se que essa pesquisa contribui para o melhor entendimento do fenômeno do efeito estufa e da utilização do gás carbônico em sistemas que envolvem troca de calor (Sousa; Teixeira; Oliveira, 2022, p.7).

A otimização da deposição do catalisador apresentou efeitos mais positivos no jpc sob iluminação incidente durante o PED, o que indica que a presença de luz induz a deposição dos catalisadores preferencialmente em sítios ativos. Além disso, o NiPi PED não altera significativamente a morfologia da heteroestrutura e apenas cobre a superfície do fotoanodo. Portanto os desempenhos obtidos para os fotoanodos aqui a partir do uso de técnicas facilmente escaláveis e de baixo custo como eletrodeposição e spray mostram-se competitivos e promissores em comparação com processos complexos e dispendiosos para redução dos efeitos da recombinação de carga no volume e a interface fotoanodo-eletrólito visando a divisão da água (Coelho; Gaudêncio; Mascaro, 2022, p.9).

Quando observamos os artigos relacionados aos ODS 12 (Consumo e produção responsáveis), publicados na JBCS e RVq, esses discutem as metas 12.4 e 12.5 com o objetivo de obter um manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, reduzindo, significativamente, a liberação no ar, água e solo, minimizando os impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente, por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.

O artigo escrito por Lima e colaboradores (2022), publicado na RVq, destaca que a atividade de mineração deve se orientar na preservação do meio ambiente, garantindo prosperidade sustentável, mantendo a eficiência e eficácia dos processos a fim de diminuir os rejeitos ou aproveitá-los. No artigo escrito por Duarte e colaboradores

(2022), são apontados os desafios que precisam ser superados em Minas Gerais e de forma global, para que as metas 12.4 e 12.5 possam ser alcançadas.

[...] A atividade mineradora deve se pautar pela: 1. Preservação do meio ambiente incluindo a biodiversidade, aquíferos, flora e fauna. 2. Garantia da prosperidade sustentável do território mineral, com desenvolvimento social, durante a atividade da lavra e o descomissionamento da mina. 3. Eficiência e eficácia dos processos, buscando diminuir a quantidade de rejeitos ou aproveitá-los em produtos secundários, e reduzir o consumo de água e energia (Lima et al., 2022, p. 1-2)

Os principais desafios que envolvem a gestão de rejeitos gerados pela exploração do minério de ferro na Quadrilátero de Minas Gerais, Brasil estão relacionados com 1) a enorme quantidade de rejeitos gerados; 2) a granulometria fina dos rejeitos; 3) o desenvolvimento de produtos que possam usar grandes quantidades de rejeitos; 4) novas estratégias de armazenamento para substituir barragens (Duarte; Lameiras, 2022, p. 7).

O artigo escrito por Nascimento e colaboradores (2022) e o artigo escrito por Cândido e colaboradores (2022), publicados na RVq (vol.14, n. 3), trataram do desenvolvimento de nanopartículas polimetálicas sintetizadas a partir de PCIs para a remoção de Cr (VI) de meio aquoso e da utilização de rejeitos de mineração de ferro como catalisadores para o crescimento de nanoestruturas de carbono por meio do processo CVD, contribuindo com novas possibilidades de utilização de rejeito descartado e sem uso, para produzir materiais com nanoestruturas de carbono capazes de atuarem na remoção de contaminantes presentes na água.

Os resultados de caracterização demonstraram a transformação das fases de óxido de ferro em ferro metálico e austenita e na formação de carbono. Os resultados de adsorção demonstraram que os dois materiais sintetizados, RACVD900 e RLCVD900, conseguem remover os corantes azul de metileno e índigo de carmim em solução aquosa (Cândido et al., 2022, p.8).

Os resultados mostraram que as NP-PCIs são capazes de remover de forma rápida e eficiente Cr(VI), principalmente, em pH ácido. A remoção do Cr(VI) ocorre através de processos redutivos e adsorptivos, sendo tais processos dependentes do pH do meio. Em valores de pH 2, o processo de redução é predominante, enquanto que em pH 8, o processo de adsorção é que predomina na remoção de Cr(VI) (Nascimento et al., 2022, p.7).

Os resultados obtidos nesta pesquisa quanto à aplicação, contribuição e reconhecimento da Química para o alcance dos ODS e do Desenvolvimento Sustentável podem inspirar e orientar a realização de novas pesquisas, promovendo a inovação e o avanço científico necessário para que nós, enquanto sociedade, possamos enfrentar os desafios globais da sustentabilidade.

Com base nos resultados mencionados, nota-se o indicativo de áreas promissoras para pesquisas futuras na área de Química, tais pesquisas possuem potencial para promover avanços significativos que contribuirão para que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável sejam alcançados e para a construção de um futuro mais sustentável para as próximas gerações.

## 5. Conclusões e implicações

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) representam uma valiosa ferramenta para a identificação dos avanços em direção ao Desenvolvimento Sustentável. As evidências de avanços em sustentabilidade, destacadas nos artigos analisados, podem ser empregadas como indicadores na comparação de progresso em direção às metas estabelecidas nos ODS até 2030.

A análise minuciosa dos artigos permitiu identificar a presença da Química em temas como a necessidade de minimizar a presença de materiais perigosos, como os rejeitos de minério e a eliminação da presença de produtos químicos presentes na água e no solo. Ao examinarmos as publicações da SBQ, identificamos as inovações como o desenvolvimento de nanopartículas polimetálicas e a utilização dos rejeitos de mineração de ferro como catalisadores para o crescimento de nanoestruturas de carbono, além de práticas a fim de diminuir os rejeitos ou aproveitá-los, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos presentes na água, que têm sido desenvolvidas no campo da Química em busca de um mundo mais sustentável e consciente de suas responsabilidades ambientais e sociais.

Quando olhamos pontualmente as áreas da Química, notamos a interligação de áreas específicas com cada ODS, ao que vale ressaltar, a maior presença da área de Química Orgânica com o ODS 4, buscando garantir que todos possuam conhecimentos e habilidades para promover o desenvolvimento sustentável. A Química Inorgânica com maior contribuição para o ODS 7, trazendo contribuições para o desenvolvimento de energia renovável, eficiente e tecnologias avançadas e mais limpas. Notamos, também, a maior presença da Físico-química, assim como a Química Orgânica, nos artigos escritos que tratavam dos ODS 4, buscando contribuir para a alfabetização científica e promoção da ciência, de modo a capacitar os alunos na compreensão e avaliação de questões científicas com relação ao mundo físico e químico em que vive, cooperando para o alcance dos ODS.

Contudo, apesar da ACS ter identificado sete ODS prioritários, a saber ODS 2, ODS 3, ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 12 e ODS 13, como fundamentais para o trabalho da comunidade química. Os ODS 2, ODS 9 e os ODS 13 não foram encontrados nos artigos publicados pela JBCS, RVq e QNesc. A ausência desses ODS em pesquisas e publicações científicas pode ser um indicador de falha na abordagem de questões importantes acerca da segurança alimentar (ODS 2), da infraestrutura e inovação (ODS 9) e de ações climáticas (ODS 13).

Em contrapartida, o ODS 12 (produção e consumo responsáveis), que pertence à lista dos sete ODS prioritários da ACS, obteve maior quantitativo de artigos publicados, em comparação aos demais ODS citados. Podendo ser causado pela relevância econômica e social, uma vez que os problemas ambientais se tornaram mais evidentes e a preocupação com a sustentabilidade aumentou, demandando uma crescente demanda por pesquisas que abordassem práticas sustentáveis de produção e consumo.

Esperamos que esse estudo contribua para a ampliação das pesquisas em química com enfoque nos ODS para alcançarmos soluções cada vez mais sustentáveis para os desafios ambientais, sociais e econômicos em prol do Desenvolvimento Sustentável. Portanto, fornecemos aqui um panorama sobre a presença e o enfoque dos ODS nas pesquisas publicadas pela SBQ, destacando o compromisso da comunidade científica brasileira com a sustentabilidade e a busca por soluções para os desafios globais.

## 6. Referências

ADAMS, F. W.; NUNES, S. M. T. A contextualização da temática energia e a formação do pensamento sustentável no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 2, 2022, p. 137-148. Disponível em:  
[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc44\\_2/06-ODS-64-21.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc44_2/06-ODS-64-21.pdf).

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY (ACS). **Chemistry & Sustainable Development Goals**. 2023. Disponível em:  
<https://www.acs.org/sustainability/chemistry-sustainable-development-goals.html>.

ANASTAS, P.; NOLASCO, M.; KERTON, F.; KIRCHHOFF, M.; LIONSE, P.; PRADEEP, T.; SUBRAMANIAM, B.; MOORES, A. The power of the United Nations sustainable development goals in sustainable chemistry and engineering research. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 9, n. 24, 2021, p. 8015-8017. DOI:  
<https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.1c03762>.

ANDRADE, R. da S.; ZEIDLER, V. G. A Química Verde e Sustentável: dos princípios à inserção na Educação Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. [S.l.]: [s.n], no prelo.

ARBILLA, G.; RODRIGUES, J. R. B. A.; SILVA, C. M. S. Material particulado fino: a legislação brasileira à luz das recomendações da Organização Mundial da Saúde. **Revista Virtual de Química**, v. 14, n. 3, 2022, p. 359-371. Disponível em:  
<https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/4409/946>.

AXON, S.; JAMES, D. **The UN sustainable development goals: How can sustainable chemistry contribute? A view from the chemical industry**. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, v. 13, 2018, p. 140-145. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452223618300208?via%3Dihub>.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA (SBQ). **Movimento química pós 2022, sustentabilidade e soberania. Números especiais das revistas JBCS, RVq e QNesc.**

2022. Disponível em:

<https://www.s bq.org.br/mqp2022/pagina/numeros-especiais.php>.

BRUM, S. S.; QUIRINO, R. L.; DAHER, L. O.; IHA, O. K.; EHLERT, E. M.; RUBIM, J. C.; SUAREZ, P. A. Z. Synthesis, characterization and use of alumina doped with TiO<sub>2</sub> and ZrO<sub>2</sub> to produce biofuels from soybean oil by thermal cracking, transesterification and hydroesterification. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 33, n. 8, 2022, p. 916-926. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/jbchs/a/mHy5MmRzj7vwwKcCPj7WgkN/?lang=en&format=pdf>

CÂNDIDO, T. C. de O.; RIBEIRO, R. F.; MOURA, M. P.; TEIXEIRA, A. P. de C.; PINTO, P. S. Nanoestruturas de carbono a partir de rejeitos: Síntese, caracterização e aplicação na adsorção de corantes. **Revista Virtual de Química**, v. 14, n. 3, 2022, p. 508-516.

Disponível em: <https://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/4441/957>.

CARNEIRO, A. C. R.; MENEGUIN, J. G.; SANTOS, P. M.; CORAZZA, M. Z.; PRETE, M. C.; RINALDI, A. W.; TARLEY, C. R. T. On-line micro-packed column solid-phase extraction of cadmium using Metal-Organic Framework (MOF) UiO-66 with posterior determination by TS-FF-AAS. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 33, n. 8, 2022, p. 958-968.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/jbchs/a/4Mn9dbgGzHzsHVzMKYqsmfR/?lang=en&format=pdf>.

COELHO, D.; GAUDÊNCIO, J. P. R. S.; MASCARO, L. H. Boosting the photocurrent of the WO<sub>3</sub>/BiVO<sub>4</sub> heterojunction by photoelectrodeposition of the Oxy-Hydroxide-Phosphates based on Co, Fe, or Ni. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 33, n. 7, 2022, p. 743-752. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/jbchs/a/V4dRPwvvWShJb6XRkHP4MRp/?lang=en&format=pdf>

DUARTE, G. M. C.; LAMEIRAS, F. S. Challenges for the destiny of iron mining tailings in the Iron Quadrangle of Minas Gerais, Brazil. **Revista Virtual de Química**, v. 14, n. 3, 2022, p. 552-559. Disponível em:

<https://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/4455/963>.

LIMA, G. F. L.; BAZAN, S. F.; ABREU, H. A. de A.; DUARTE, H. A. O mecanismo de oxidação das piratas e a exploração sustentável dos recursos minerais - A contribuição da Química Computacional. **Revista Virtual de Química**, v. 14, n. 3, 2022, p. 450-467. Disponível em: <https://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/4431/954>.

LIMA, M. S.; OLIVEIRA, I. M.; QUEIROZ, S. L. Estudo de caso interrompido na promoção de conhecimento ambiental de graduandos em Química: Resíduos sólidos urbanos em foco. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 2, 2022, p. 149-159. Disponível em:

[http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc44\\_2/07-ODS-78-21.pdf](http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc44_2/07-ODS-78-21.pdf).



MARTINS, P. R.; SALLA, J. S.; JOSÉ, H. J.; MADEIRA, V. S.; MOREIRA, R. F. P. M. Óxido de ferro peletizado como adsorvente para a remoção de arsênio dissolvido em água.

**Revista Virtual de Química**, v. 14, n. 3, 2022, p. 337-346. Disponível em:

<https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/4407/944>.

NASCIMENTO, M. A.; HENRIQUE, T. C.; CRUZ, J. C.; LOPES, R. P. Remoção de cromo (VI) por nanopartículas polimetálicas sintetizadas a partir de placas de circuito impresso.

**Revista Virtual de Química**, v. 14, n. 3, 2022, p. 393-400. Disponível em:

<https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/4420/949>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo: A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. 2015. Disponível em:

<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>.

PINTO, P. S.; MILAGRE, L. E.; MOREIRA, L. C. M.; JUNIOR, H. P. R.; SALVIANO, A. B.; ARDISSON, J. D.; PARREIRA, F. V.; TEIXEIRA, A. P. C.; LAGO, R. M. Iron recovery from iron ore tailings by direct hydrogen reduction at low temperature and magnetic separation.

**Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 33, n. 8, 2022, p. 969-977. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/jbchs/a/R6grTwjDd5qrYqTrh3bTRxg/?lang=en&format=pdf>.

POLIAKOFF, M.; LICENCE, P.; GEORGE, M. W. **UN sustainable development goals: How can sustainable/green chemistry contribute? By doing things differently**. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, v. 13, 2018, p. 146-149. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2452223617301189#previe-w-section-cited-by>.

ROCHA, R. C. FILHO. Movimento Química Pós 2022, aspirando ao desenvolvimento sustentável e soberano do Brasil ajudado pela Química. **Química Nova**, v. 45, n. 4, 2022, p. 363-364. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/qn/a/4RZVH4kNmktqXsnTFbz7rHM/?lang=pt&format=pdf>.

ROCKSTRÖM, J.; SUKHDEV, P. **How food connects all the SDGs**. Stockholm Resilience Centre, Stockholm University. 2016. Disponível em:

[www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-how-food-connects-all-thesdgs.html](http://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-how-food-connects-all-thesdgs.html).

ROMÃO, D. C. F.; SANTANA, C. C. Jr.; BRITO, M. R.; SEAPIN, E.; PEDROZA, M.; RAMBO, M. C. D.; RAMBO, M. K. D. Assessment of the economic and energetic potential of residues from the Green Coconut Industry. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 33, n. 8, 2022, p. 938-947. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/jbchs/a/wmcprWSm7Wv4sV4NjC4QTKf/?lang=en&format=pdf>.

SOUSA, E. M.; TEIXEIRA, L. G.; OLIVEIRA, S. S. O. O uso de uma camada de gás carbônico em aquecedor solar de água feito com materiais reutilizados. **Química Nova na Escola**,

v. 44, n. 2, 2022, p. 214-221. Disponível em:  
[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc44\\_2/13-ODS-74-21.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc44_2/13-ODS-74-21.pdf).

VIEIRA, M. S.; FERRONATO, G.; ABREU, H. D. F.; PRESTES, O. D.; ADAIME, M. B.; ZANELLA, R. Simultaneous GC-NCI-MS Determination of persistent organic pollutants and current-use pesticides in breast milk samples. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 33, n. 7, 2022, p. 790-799. Disponível em:  
<https://scielo.br/j/jbchs/a/GhbSdcL6W>.