

O Ensino de Química Verde no Brasil: um olhar a partir de Teses e Dissertações

Teaching Green Chemistry in Brazil: A look from theses and dissertations

Enseñanza de la química verde en Brasil: una mirada desde tesis y disertaciones

Matheus Gonçalves Nascimento (prof_matheusnascimento@camporeal.edu.br)
Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Brasil
<https://orcid.org/0000-0001-7185-5063>

Marilei Casturina Mendes Sandri (mcmsandri@uepg.br)
Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-0076-5364>

Resumo

O objetivo deste trabalho foi investigar as principais características e tendências das pesquisas brasileiras de nível *stricto sensu* sobre Ensino de Química Verde (EQV), produzidas entre 2012 e 2024, a partir dos repositórios Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, fundamentando-se nos pressupostos da Análise Textual Discursiva. A maioria dos trabalhos foca na experimentação como estratégia didática, enquanto outros abordam aspectos epistemológicos, revisões bibliográficas ou a inserção da QV nos currículos. As regiões Sul e Sudeste concentram a maior parte das produções, com destaque para a Universidade Federal de São Carlos e a Universidade Federal de Santa Catarina, evidenciando, contudo, que o EQV ainda é incipiente no Brasil. Os resultados reforçam o potencial de expansão da temática e a urgência de ampliar seu enfoque curricular e crítico no ensino de Química. Conclui-se que a inclusão efetiva da QV nos currículos, de forma articulada, é fundamental para promover a sustentabilidade e desenvolver perspectivas mais críticas no ensino de Ciências.

Palavras-chave: Revisão Sistemática da Literatura; Educação para a Sustentabilidade; Stricto Sensu.

Abstract

The objective of this work was to investigate the main characteristics and trends of Brazilian *stricto sensu* level research on Green Chemistry Education (GCE), produced between 2012 and 2024, using the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations and the CAPES Catalog of Theses and Dissertations, based on the assumptions of Discursive Textual Analysis. Most of the works focus on experimentation as a didactic strategy, while others address epistemological aspects, bibliographic reviews, or the

inclusion of GC in curricula. The South and Southeast regions concentrate most of the productions, with emphasis on the Federal University of São Carlos and the Federal University of Santa Catarina, showing, however, that GCE is still incipient in Brazil. The results reinforce the potential for expansion of the theme and the urgency of broadening its curricular and critical focus in chemistry education. It is concluded that the effective and articulated inclusion of QoL (Quality of Life) in curricula is fundamental to promoting sustainability and developing more critical perspectives in science education.

Keywords: Systematic Literature Review; Education for Sustainability; Stricto Sensu.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue investigar las principales características y tendencias de la investigación brasileña stricto sensu sobre Educación en Química Verde (ECV), producida entre 2012 y 2024, utilizando la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones y el Catálogo de Tesis y Disertaciones de la CAPES, con base en los supuestos del Análisis Textual Discursivo. La mayoría de los trabajos se centran en la experimentación como estrategia didáctica, mientras que otros abordan aspectos epistemológicos, revisiones bibliográficas o la inclusión de la ECV en los currículos. Las regiones Sur y Sudeste concentran la mayor parte de las producciones, con énfasis en la Universidad Federal de São Carlos y la Universidad Federal de Santa Catarina, mostrando, sin embargo, que la ECV aún es incipiente en Brasil. Los resultados refuerzan el potencial de expansión del tema y la urgencia de ampliar su enfoque curricular y crítico en la educación química. Se concluye que la inclusión efectiva y articulada de la CV (Calidad de Vida) en los currículos es fundamental para promover la sostenibilidad y desarrollar perspectivas más críticas en la educación científica.

Palabras-clave: Revisión sistemática de literatura; Educación para la sostenibilidad; Stricto Sensu.

INTRODUÇÃO

A busca por uma melhor qualidade de vida impulsionou diversas áreas científicas e industriais, especialmente aquelas ligadas à Química. Nos séculos XIX e XX, a indústria química expandiu-se significativamente, promovendo inovações e melhorias em diversos setores. Entretanto, esse avanço também gerou graves problemas ambientais, como a contaminação por resíduos químicos poluentes, decorrentes de processos de síntese sem os devidos cuidados (Brandão *et al.*, 2018).

Não se trata, contudo, de um problema restrito à Química. Para Marques *et al.* (2007), enfrentar plenamente as questões ambientais exige a transformação do modelo

econômico e social, indo além de uma abordagem científica isolada. Nesse sentido, a crise ambiental contemporânea, descrita como “sociedade de risco” (Zuin; Eilks, 2018), evidencia a urgência de buscar alternativas mais sustentáveis e de promover a conscientização acerca de práticas industriais e científicas mais seguras e responsáveis.

É nesse contexto que surge a Química Verde (QV), definida por Anastas e Warner (1998, p. 11) como “o desenho, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde e ao ambiente”. Considerada uma “Química para o ambiente” (Machado, 2014), a QV foi introduzida nos Estados Unidos pela *Environmental Protection Agency* (EPA) na década de 1990, ganhando destaque com o programa “Rotas Sintéticas e Alternativas para a Prevenção da Poluição”, destinado a financiar projetos voltados à prevenção da poluição desde a etapa de síntese (Lenardão *et al.*, 2003). Desde então, a QV vem se consolidando globalmente, especialmente no campo educacional, com iniciativas que promovem práticas sustentáveis no ensino.

Um exemplo notável é a organização *Beyond Benign*, criada por John Warner e Amy Cannon, dedicada ao desenvolvimento e à distribuição de recursos educacionais sobre QV e Ciência Sustentável. Atualmente, mais de 150 instituições de ensino superior em todo o mundo participam do *Green Chemistry Commitment*, iniciativa da *Beyond Benign* que visa incorporar os princípios da QV na formação acadêmica (Beyond Benign, 2024).

Zuin *et al.* (2020), ao analisar as tendências e desafios da QV na América Latina, aponta o Brasil como líder na produção científica da área, com mais de 62% das publicações da região. O trabalho enfatiza a importância de alinhar-se aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), por meio do uso de biomassa, materiais renováveis e de novas metodologias de ensino voltadas à sustentabilidade. Apesar dos avanços, o estudo aponta haver ainda uma lacuna na integração entre educação química e práticas sustentáveis, reforçando a necessidade de um ensino crítico e interdisciplinar.

De forma semelhante, Marques e Roloff (2018), ao investigar publicações nacionais sobre QV entre 2002 e 2014, constataram que apenas 15% abordavam diretamente o

ensino da temática, evidenciando a necessidade de sua inclusão nos processos formativos. Já Sandri *et al.* (2023), em estudo na *Web of Science*, no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e na Plataforma Lattes, identificaram 975 químicos envolvidos em 24 tipos diferentes de produções acadêmicas, além de 115 artigos com participação de 242 autores, sendo 105 brasileiros, dados que demonstram avanços no Ensino de Química Verde (EQV) no país.

Ainda assim, a inserção da QV no ensino enfrenta desafios expressivos, como a baixa adesão nos cursos de graduação e a escassez de metodologias eficazes, o que compromete a formação de profissionais qualificados (Vaz; Girotto Júnior; Pastre, 2024). Diante disso, o presente estudo tem como objetivo investigar as principais características e tendências das pesquisas brasileiras de nível *stricto sensu* sobre EQV, produzidas entre 2012 e 2024, a partir dos repositórios Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (CTDC), fundamentando-se nos pressupostos da Análise Textual Discursiva (ATD). A seguir discute-se a Metodologia que fundamenta o procedimento utilizado durante a pesquisa. É importante ressaltar que a presente pesquisa é fruto de um processo de mestrado, que iniciou-se em 2022 e foi concluído em 2025.

METODOLOGIA

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa de caráter exploratório, estruturada como uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL). O procedimento seguiu as etapas clássicas de formulação da pergunta de pesquisa, busca, seleção e extração, conforme Galvão e Pereira (2014).

As bases utilizadas foram a BDTD e CTDC, considerando o período de 2012 até a junho de 2024. Utilizaram-se diferentes combinações de palavras-chave envolvendo os termos: “Química Verde”, “Ensino”, “Educação”, “Formação de Professores”, “CTS” e “CTSA”.

Os critérios de inclusão abrangeram: i) presença do termo “Química Verde” no título; ii) ser tese ou dissertação com foco no ensino; iii) recorte temporal de 2012–2024;

e iv) publicação nacional. Como critérios de exclusão, eliminaram-se duplicidades, trabalhos fora do recorte temporal definido e estudos sem abordagem de ensino.

Após a filtragem, o *corpus* resultou em 24 trabalhos (15 dissertações e 9 teses). Para a análise, utilizou-se o método da ATD (Moraes; Galiuzzi, 2016), considerando as etapas de unitarização, categorização e captação de emergentes. O processo de ATD, será detalhado na seção de Resultados e Discussão.

Os descritores que definem cada categoria estão presentes no Quadro 1 abaixo. Vale destacar que, conforme a ATD, um mesmo trabalho pode ser classificado em mais de uma categoria.

Quadro 1: Categorias emergentes acerca das Teses e Dissertações sobre ensino de QV com seus respectivos descritores e trabalhos relacionados

Categorias/subcategorias	Descritores	Trabalhos
<p>C1. Propostas Didáticas em QV</p> <p>Subcategorias</p> <ul style="list-style-type: none"> - Foco Exclusivo na Experimentação; - Propostas para além da experimentação; - Propostas mais contextualizadas 	<p>O trabalho deve apresentar uma proposta didática para a inserção da Química Verde (QV) no ensino de Química, incluindo algum modelo de abordagem da QV e uma metodologia de ensino bem definida. É esperado que contemple Experimentação Verde (EQV) e/ou a utilização de Métricas Verdes (como métrica holística ou estrela verde), aplicando os princípios da QV na elaboração ou adequação de práticas experimentais com enfoque em sustentabilidade.</p>	<p>D1, D2, D3, D4, D5, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, T1, T2, T4, T6, T7 e T9</p>
<p>C2. Química Verde e Currículo</p>	<p>O trabalho deve abordar alterações nos currículos de cursos de Química, propondo a inserção da Química Verde (QV) em disciplinas experimentais ou teóricas, em diferentes modalidades. Deve incluir análise de currículos ou documentos que orientam as disciplinas de QV, avaliando sua aproximação ou distanciamento em relação à QV, identificar a presença e relevância da</p>	<p>D4, D7, D8, D12, T1, T2, T6, T7, T8 e T9</p>

	QV na formação de professores e levantar reflexões que possam contribuir para mudanças curriculares	
C3. Análise Epistêmica da QV	O trabalho deve utilizar referências epistemológicas para analisar a Química Verde (QV) em contextos reais, considerando diferentes perspectivas de epistemólogos sobre sua importância atual. Deve contemplar análises histórico-epistemológicas de conceitos relacionados à QV ou à sustentabilidade e examinar diferentes tipos de racionalidades aplicáveis à abordagem da QV.	D6, T3 e T5
C4. Revisão de Literatura sobre o Ensino de QV	Discussão teórica acerca de conteúdos que estão diretamente relacionados à Química Verde. Revisões de literatura. Análise de referenciais e Sistematização crítica da literatura.	D6, T1, T3, T5 e T7

Fonte: Os Autores (2025)

A análise do *corpus* dos trabalhos por meio da ATD possibilitou identificar elementos comuns entre os trabalhos, permitindo uma caracterização dos tipos de pesquisas realizadas sobre o ensino de QV em nível *stricto sensu*. Esse processo analítico resultou na formação de quatro categorias emergentes (C1 a C4) emergentes, algumas das quais apresentam subcategorias, cujos resultados são apresentados na seção a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dos 24 trabalhos selecionados, 15 correspondem a dissertações e 9 a teses, sendo 13 encontrados na BDTD e 11 no CTDC. Observou-se maior concentração nas regiões Sul e Sudeste, especialmente em instituições como a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) com 6 trabalhos e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com 3 trabalhos.

Em termos temporais, os anos de 2018, 2020 e 2022 destacaram-se como os de maior produção, cada um reunindo quatro publicações. Já os anos de 2014, 2019 e o primeiro semestre de 2024 não apresentaram registros que atendessem aos critérios da pesquisa.

Essa distribuição confirma a desigualdade regional no desenvolvimento da temática, mas também evidencia uma tendência de crescimento nos últimos anos, sobretudo no que se refere à experimentação em sala de aula e à inserção curricular da QV, coadunando com a tendência observada por Sandri e colaboradores (2025) ao analisarem os objetivos de artigos publicados por pesquisadores brasileiros sobre ensino no QV.

A próxima seção apresentará o panorama das publicações sobre o EQV no Brasil, detalhando a distribuição, as características e as tendências das pesquisas identificadas, oferecendo uma visão geral do cenário atual dessa temática no contexto nacional.

Panorama das publicações *stricto sensu* sobre o EQV no Brasil

O Gráfico 1 mostra a distribuição temporal das teses e dissertações sobre EQV no Brasil entre 2012 e o primeiro semestre de 2024.

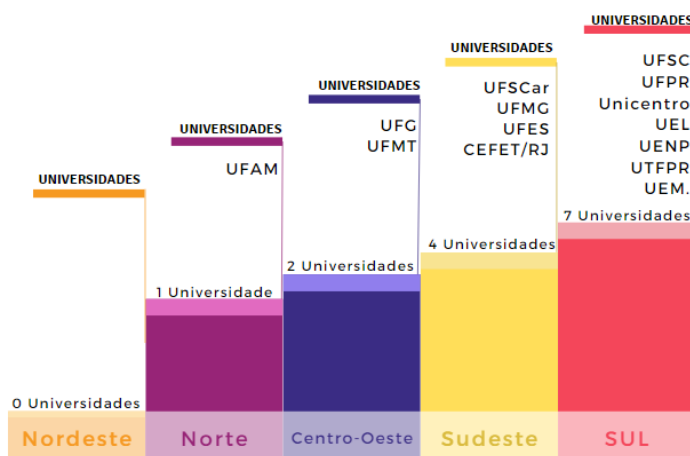


Fonte: Os Autores (2025)

Gráfico 1: Gráfico com as publicações de Teses e Dissertações, encontradas na RSL

Conforme mostram os dados, não foram encontradas publicações nos anos de 2014, 2019 nem no primeiro semestre de 2024. O ano de 2018 registrou o maior número de dissertações (quatro), enquanto o ano de 2022 teve o maior número de teses (quatro). A produção acadêmica mais expressiva concentrou-se em 2018, 2020 e 2022, com quatro trabalhos cada. No primeiro contato com os trabalhos selecionados para a pesquisa, foram analisados os locais de publicação (regiões do país), a Universidade em que ocorreu a pesquisa, e os programas de Pós-Graduação (PPG).

A maior concentração de publicações ocorreu nas regiões Sudeste (11 trabalhos) e Sul (10), enquanto no Nordeste não foram encontrados estudos que atendessem aos critérios de inclusão. No Sul, as publicações estão distribuídas entre 7 universidades; no Sudeste, entre 4; no Centro-Oeste, em 2; e no Norte, em 1. A Figura 1 apresenta as universidades de cada região com publicações.



Fonte: Os Autores (2025)

Figura 1 – Universidades que apresentam publicações sobre o EQV de acordo com os critérios de inclusão e exclusão utilizados neste artigo.

Um estudo realizado por Gaspar *et al.* (2023), que possui como foco o mapeamento das publicações sobre o EQV no Brasil, por meio de uma análise de redes sociais acadêmicas, encontrou como resultado uma grande concentração de teses e artigos brasileiros sobre o ensino de química no ensino CTS, nas regiões Sul e Sudeste, corroborando os dados deste trabalho que também apontam para a predominância de trabalhos nessas duas regiões do país.

Vaz, Giroto Júnior e Pastre (2024) destacam que, embora a QV tenha ganhado relevância nas últimas décadas, sua implementação ainda é desigual nas regiões brasileiras. As regiões Sudeste e Sul concentram mais iniciativas e programas relacionados à QV, refletindo uma maior produção científica. Os resultados indicam que as pesquisas em EQV no Brasil ainda são em número reduzido e concentradas em poucas instituições, destacando-se a UFSCar e a UFSC. Essa concentração também foi observada por Gaspar *et al.* (2023), ao analisarem as publicações sob a forma de artigos científicos, teses, dissertações, resumos de congressos e eventos acadêmicos, buscando identificar dessa forma as tendências e os padrões da produção científica nesse campo específico.

Em complemento, Brandão *et al.* (2018), ao mapear publicações sobre o EQV no Brasil a partir de redes sociais, destacaram Vânia Gomes Zuin e Carlos Alberto Marques como influentes pesquisadores na área, sendo eles docentes da UFSCar e UFSC respectivamente, o que pode indicar que a concentração de pesquisas nessas universidades está relacionada com a atuação desses pesquisadores na área, influenciando assim a produção científica e a formação de novos pesquisadores interessados no tema.

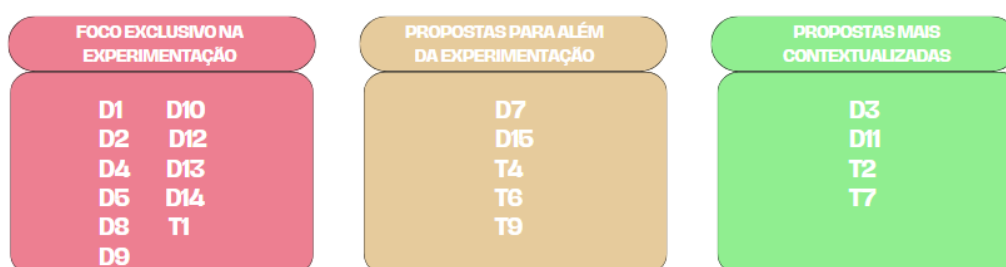
Categorização das pesquisas sobre o EQV

A maior concentração de trabalhos está na categoria C1 (Quadro 1), totalizando 20 estudos, sendo 11 exclusivos dessa categoria. Apenas um trabalho é exclusivo da categoria C2 (Quadro 1), evidenciando a relevância de integrar a QV ao currículo e à prática em sala de aula. Os demais estudos combinam categorias: sete unem C1 e C2 (Quadro 1), três integram C3 e C4 (Quadro 1), e dois apresentam C2 e C4 (Quadro 1). Isso demonstra a diversidade de abordagens, com a maioria explorando múltiplas dimensões da QV.

A seguir serão apresentadas cada uma das categorias, fazendo referência aos trechos que foram retirados de diferentes partes dos trabalhos, como da Metodologia (M), Considerações Finais (CF), Resultados ou Resultados e Discussões (RD), Objetivos Específicos (OE), Introdução (IN) e Conclusão (CI). É importante ressaltar que os números que aparecem ao lado dos OE correspondem à ordem em que estão dispostos no texto.

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n1.15211

A primeira categoria (C1) foi intitulada "Propostas Didáticas em Química Verde" e está subdividida em três subcategorias: i) foco exclusivo na experimentação; ii) propostas que vão além da experimentação; e iii) propostas mais contextualizadas. Essa divisão foi necessária para uma melhor organização dos trabalhos que compõem essa categoria. A Figura 2 mostra a distribuição das teses e dissertações classificadas na C1, indicando a subcategoria em que cada trabalho se enquadra.



Fonte: Os Autores (2025)

Figura 2 – Trabalhos distribuídos nas subcategorias da C1.

A primeira subcategoria inclui estudos que reformulam práticas experimentais tradicionais a fim de torná-las mais alinhadas aos princípios da QV, seja por meio da substituição de reagentes, da redução de resíduos ou do uso de métricas de verduras químicas. Um exemplo dessa proposta é a pesquisa D8, na qual foi investigado como os princípios da QV estão inseridos em propostas de experimentação presentes em documentos que fundamentam o curso de Licenciatura em Química da UFSCar. O excerto abaixo reforça a importância de investigar como as práticas vêm acontecendo:

(D8, M, p. 61) *Buscamos, através da abordagem qualitativa, apontar aproximações e distanciamentos da experimentação inserida na formação inicial de professores de Química à filosofia da QV.* (grifos nossos)

A segunda subcategoria, engloba os trabalhos que, além da experimentação, incorporam estratégias, como, por exemplo, ambientes virtuais e métodos como as metodologias ativas, com o objetivo de ampliar a abordagem da QV no ensino. No trabalho T4, por exemplo, foi realizado um debate sobre a educação com enfoque nas

perspectivas socioambientais. O debate possuía o intuito de analisar e identificar a potencialidade de diferentes ferramentas virtuais, o excerto abaixo reforça a ideia:

(T4, O, p. 22) *Buscamos entender se a educação voltada para a formação crítica permite, aos sujeitos da pesquisa, repensar e analisar diversas **práticas educativas, em especial, as pertinentes aos sistemas virtuais de ensino e aprendizagem ou mesmo redes sociais.*** (grifos nossos)

A terceira e última subcategoria, apresentam propostas mais amplas, de forma a contextualizar a QV dentro de discussões sobre sustentabilidade, formação docente e na perspectiva da abordagem CTS, como destaca D11:

(D11, C1, p. 87) *Os objetivos desse recurso como a preocupação ambiental e divulgação científica para um público jovem, incorporando ideias presentes na Química Verde como mineração urbana que reaproveita o que é desperdiçado, evita poluição e é capaz de promover consciência coletiva, poderia ter sido melhor avaliado. **Esta é uma proposta para futuras análises: como inferir se a divulgação científica e as ideias da Química Verde pretendidas foram, de fato, apropriadas pelos alunos.*** (grifos nossos)

Os resultados indicam que a maior parte dos estudos se concentra na experimentação, o que corrobora análises como as de Gaspar *et al.* (2023) e Marcelino e Marques (2023), que identificam essa tendência na pesquisa sobre EQV. No entanto, outros estudos, como os de Marques e Roloff (2018), apontam para a necessidade de expandir o EQV, expansão essa que vai além dos laboratórios, explorando sua inserção curricular e suas implicações epistemológicas. A predominância de abordagens no âmbito experimental também reforça a importância da utilização de estratégias que promovam uma compreensão mais crítica da QV, conforme sugerido por Goes *et al.* (2013), que diferenciam abordagens tradicionais, contextualizadas e sociocientíficas para o EQV.

A categoria C2, segunda categoria da ATD, foi nomeada "Química Verde e Currículo" e reúne dez trabalhos, divididos em duas subcategorias: C2.1, – que investigam a presença da QV no currículo e; C2.2, – que apresentam a inserção da QV no currículo por meio de abordagens pedagógicas, como atividades práticas, disciplinas, sequências didáticas ou projetos interdisciplinares. Essa categoria permite analisar a presença da QV nos currículos de Química e as formas de sua implementação. O Quadro 2 mostra a alocação dos trabalhos nas subcategorias.

Quadro 2 - Subcategorias da C2 e trabalhos que as compõem.

Subcategorias de C1	Descrição	Trabalhos
C2.1 - trabalhos que investigaram a QV no currículo	Estudos sobre a presença da QV nos currículos.	D7 e D8
C2.2 - trabalhos que tentaram inserir ou inseriram a QV no currículo	Pesquisas que buscaram integrar a QV ao currículo.	D4, D12, T1, T2, T6, T7, T8 e T9

Fonte: O Autor (2025)

Os trabalhos presentes na categoria C2.1 – D7 e D8 – procuraram analisar como a QV tem sido abordada no currículo, considerando todos os níveis de ensino. Além dessa análise, os autores desses trabalhos também identificaram as lacunas e o contexto em que a QV era abordada nesses currículos, ou seja, se estava presente na forma de disciplina específica, como tópico da ementa de outra disciplina ou se era abordada de forma transversal, envolvendo a QV em vários componentes curriculares, além de buscar compreender como essa abordagem era realizada.

A subcategoria C2.2 é composta por trabalhos que, por meio de alguma intervenção, buscaram inserir ou efetivamente inseriram a QV nos currículos de Química. Foram consideradas diversas formas de inserção, como disciplinas, tópicos, cursos ou outras abordagens. Os trabalhos D4, D12, T1, T2, T6, T7, T8 e T9 destacam-se por usarem estratégias de inserção da QV no currículo de Química ou estratégias que auxiliem os professores a implementar QV em suas aulas.

Dentre as estratégias utilizadas nos trabalhos mencionados acima, sobre a inserção da QV no ensino de Química, estão o envolvimento, a adaptação e padronização de práticas experimentais, a substituição de reagentes tóxicos, o uso da microescala e a gestão de resíduos, bem como a articulação entre experimentação, currículo e análise crítica. Também se destacam estratégias didáticas como o uso de unidades didático-experimentais, atividades lúdicas e abordagens Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), além de análises de caráter epistemológico que compreendem a QV como um estilo de pensamento em consolidação. Em conjunto, tais estratégias reforçam a inserção da QV como uma prática formativa que integra dimensões experimentais, curriculares e reflexivas.

Na pesquisa de T6, por exemplo, utilizou-se uma ferramenta – o Ambiente Temático Virtual - Química Verde (ATV-QV) – capaz de auxiliar professores à inserção dos princípios e dos conceitos da QV através da experimentação virtual, visando a contextualização e a segurança das práticas químicas de forma interativa.

A pesquisa T2 teve como foco a inserção do enfoque CTS e a QV no currículo de um curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Paraná (IFPR- campus Palmas), ou seja, ocorreu uma inserção diretamente no currículo. Essa inserção ocorreu com o auxílio das ementas da disciplina de Prática como Componente Curricular (PCC), Metodologia do Ensino de Química (MEQ) e Instrumentação do Ensino de Química I e II (IEQ).

Marques e Machado (2018), ao analisarem o currículo e as propostas didáticas relacionadas ao ensino de QV, apontam que sua inserção pode ocorrer de diferentes maneiras. A primeira abordagem, denominada "enxerto", pois busca incorporar atividades teóricas ou práticas de QV em disciplinas já existentes nos currículos de Química, como demonstrado nas dissertações D4, D11 e na tese T1. A segunda abordagem refere-se à inserção da QV na forma de uma disciplina ou curso específico, que é uma opção minoritária como pode ser analisada em T7 e T8. Por fim, a terceira abordagem apresenta um aspecto mais complexo e elaborado, procurando inserir a QV de maneira transversalizada, como evidenciado na tese T2.

É importante destacar que qualquer forma de abordagem da QV é válida e relevante, especialmente quando se busca ampliar a discussão sobre o tema, ação essencial para promover sua inserção nos currículos e fortalecer sua presença na área de ensino, pois conforme asseveram Sandri *et al* (2025, p. 19) “os pesquisadores compreendem que o currículo é o espaço a ser conquistado para que a QV se torne um conhecimento permanente e não esporádico na formação de futuros profissionais.”

Já a terceira categoria (C3), intitulada “Análise Epistêmica da Química Verde”, reúne Teses e Dissertações que se dedicam à investigação dos fundamentos epistemológicos da QV e de suas implicações para o ensino. Integram essa categoria os trabalhos D6, T3 e T5.

Os estudos D6 e T3 fundamentam suas análises na epistemologia de Ludwik Fleck. Nesses trabalhos, o referencial fleckiano não é utilizado apenas para explicar conceitualmente a QV, mas para estabelecer um diálogo entre os pressupostos epistemológicos do autor e a constituição da Química Verde enquanto campo científico. A partir das categorias de Fleck, como coletivo de pensamento, estilo de pensamento e circulação de ideias, os autores analisam a QV como uma produção histórica e socialmente situada, buscando compreender se ela representa a emergência de um novo estilo de pensamento na Química ou uma reconfiguração interna do campo disciplinar. Assim, trata-se menos de uma aplicação ilustrativa da teoria epistemológica e mais de uma problematização da própria natureza epistemológica da QV.

Por sua vez, o trabalho T5 não se ancora em um epistemólogo específico, mas propõe uma discussão acerca das racionalidades que fundamentam a Química Verde. A análise concentra-se na tensão entre racionalidade instrumental, associada à eficiência técnica, à otimização de processos e à redução de impactos e racionalidade crítica, vinculada a preocupações éticas, socioambientais e transformadoras. Ao examinar publicações de químicos verdes, o estudo problematiza se a QV se limita a uma reformulação técnica da prática química ou se incorpora uma perspectiva mais ampla, comprometida com mudanças estruturais na relação entre ciência, sociedade e meio ambiente.

Dessa forma, a categoria C3 evidencia investigações que ultrapassam a dimensão metodológica ou didática da QV, concentrando-se em seus fundamentos epistemológicos, seja por meio do diálogo com a epistemologia de Ludwik Fleck, seja pela análise crítica das racionalidades que sustentam o discurso e a prática da Química Verde.

Dentre as vertentes epistemológicas identificadas nas pesquisas sobre QV destaca-se a abordagem baseada na epistemologia Fleckiana, defendida por alguns autores que estudam e pesquisam o tema. Segundo Roloff (2018), a epistemologia proposta por Fleck apresenta um grande potencial de aplicação na educação científica, por favorecer reflexões críticas sobre a construção do conhecimento. Nesse sentido, a QV, por meio de suas diferentes racionalidades e fundamentos epistemológicos, tem buscado transformar

o pensamento químico, indo além da simples aplicação de seus princípios e incentivando a formação de uma postura mais crítica por parte dos estudantes.

Na T3, procurou-se identificar o conceito de circulação de conhecimentos e práticas que envolvem a QV, com foco em trabalhos de nível *stricto sensu*, utilizando-se também a epistemologia de Fleck para a categorização, como destacado no excerto

(T3, OE4, p.36) *Identificar em que medida as pós-graduações em Química, Educação e Educação Científica e Tecnológica estão se constituindo como distintos círculos e coletivos de pensamento relacionados ao ensino da QV e favorecendo a emergência de novas ideias e práticas educativas no ensino da Química e na formação de professores de Química.* (grifos nossos)

A T5, por sua vez, aborda uma discussão sobre os diferentes tipos de racionalidades presentes nas produções de químicos verdes identificando abordagens políticas, éticas e técnicas, sendo a racionalidade instrumental predominante nos estudos sobre QV e pondera que:

A partir do exposto, corroboramos nossa hipótese de que há elementos de racionalidade instrumental nas práticas e discursos da QV, mas que também há possibilidades de superação dessa racionalidade no desenvolvimento de uma racionalidade crítica por meio da educação científica e tecnológica, para fazer evoluir toda a Química para uma ciência engajada na salvaguarda do ambiente. (T5, 2020, p.172)

Das categorias emergentes, esta é a menos representada, o que demonstra que ainda existem poucos estudos de cunho epistemológico no tocante à QV no Brasil e evidência a relevância de aprofundar tais reflexões.

A quarta e última categoria emergente foi denominada como Revisão de Literatura sobre o EQV. Destaca-se que esses trabalhos, com frequência, se enquadraram em mais de uma categoria. As Teses e Dissertações que compõem a C4 são D6, T1, T3, T5 e T7.

Na D6, realizou-se um estudo bibliográfico sobre o histórico da QV no Brasil, a fim de identificar a emergência do estilo de pensamento da QV. Para tanto, foram abordados os periódicos nacionais publicados na revista QN, com recorte temporal de 2000 a 2017. Em a T1, foram trabalhados e analisados 336 artigos, que obedeceram a um recorte temporal entre os anos de 1995 a 2014, para fazer um levantamento dos conteúdos que

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n1.15211

são trabalhados nos cursos de Química da UFSCar. Consoante a isso, a seguir é apresentado o excerto que reforça a categorização da T1:

(T1, OE1, p.3) *Sistematizar referências dos temas de interesse, como o movimento da QV, materiais didáticos experimentais e de formação de profissionais da área de química. (grifos nossos)*

A T3 realizou uma revisão de literatura em teses e dissertações para investigar interlocuções teóricas sobre QV e seu ensino. A T5 buscou identificar, em publicações da área, tipos de racionalidade ligados à QV e como eles podem contribuir para enfrentar problemas ambientais e ampliar sua presença no ensino de Química. Já a T7 desenvolveu um estudo do estado da arte em periódicos, analisando a abordagem de CTS e Educação, bem como os temas de maior destaque relacionados à QV.

Há de se ressaltar também que os trabalhos de revisão apontam as lacunas ainda existentes no ensino de QV e os fatores que podem impulsionar o avanço do seu ensino, uma vez que este ainda busca sua consolidação no contexto da educação brasileira.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O EQV ainda enfrenta obstáculos significativos, sobretudo no que se refere à sua presença nos currículos e, por consequência, na formação inicial e continuada de professores. Soma-se a isso a permanência de um modelo educacional tradicional, que tende a dificultar a incorporação de temáticas emergentes e, muitas vezes, restringe o desenvolvimento de uma postura mais reflexiva e crítica por parte dos estudantes. Apesar desse contexto, esta pesquisa converge com outros estudos que apontam para um crescimento expressivo da produção acadêmica relacionada à temática, evidenciando, de modo particular, o aumento de trabalhos em nível *stricto sensu* dedicados à QV.

A análise de como a QV tem sido abordada em pesquisas *stricto sensu* no Brasil permitiu delinear um panorama abrangente da produção acadêmica na área. Foram identificados elementos como a distribuição geográfica dos estudos, os grupos de pesquisa mais atuantes e as lacunas que ainda persistem. A investigação das propostas didáticas, examinadas à luz dos modelos de abordagem da QV, revelou distintos níveis de profundidade teórica e diferentes intencionalidades pedagógicas, indicando um

movimento gradual de inserção de práticas mais contextualizadas e críticas no Ensino de Química.

Ao estabelecer um paralelo com levantamentos anteriores, observa-se um avanço considerável na quantidade de pesquisas voltadas ao EQV em nível *stricto sensu*. Enquanto estudos anteriores identificaram um número reduzido de trabalhos em determinado recorte temporal, o presente mapeamento revelou uma ampliação significativa das produções em período mais recente. Esse crescimento quantitativo sinaliza não apenas maior interesse da comunidade acadêmica pela temática, mas também um processo de consolidação do EQV como campo investigativo. Ainda assim, permanecem desafios importantes, como o fortalecimento da dimensão crítica nas propostas didáticas e a ampliação dos modelos teóricos que fundamentam as práticas de ensino. Tal contexto reforça a necessidade de pesquisas que contribuam para uma atuação pedagógica mais crítica, sustentável e socialmente engajada no Ensino de Química.

Constatou-se que a maioria das produções corresponde a dissertações de mestrado, com maior incidência em anos específicos do recorte analisado. Do ponto de vista regional, observou-se maior concentração de estudos na Região Sul, enquanto outras regiões não apresentaram trabalhos que atendessem aos critérios definidos na investigação. Essa assimetria revela uma distribuição desigual das pesquisas sobre EQV no país, evidenciando uma concentração regional que pode restringir a abrangência e o impacto nacional das discussões sobre a temática.

Adicionalmente, verificou-se que a produção científica está majoritariamente associada a um número reduzido de grupos de pesquisa e a docentes específicos que desenvolvem investigações relacionadas à QV, com destaque para instituições que concentram maior volume de publicações. Esse cenário indica que, embora existam iniciativas relevantes, ainda são escassas as linhas de pesquisa consolidadas e contínuas em EQV nos programas de pós-graduação em Ensino de Ciências e Química. A concentração temática em orientadores específicos favorece uma presença pontual do EQV nos programas, em vez de sua incorporação como prioridade institucional e curricular. Como consequência, o campo tende a permanecer fragmentado, com avanços limitados e pouco sistematizados ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

- ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Green chemistry: Theory and practice**. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- BEYOND BENIGN. Green Chemistry Commitment. 2024. Disponível em: <https://www.beyondbenign.org>. Acesso em: 9 fev. 2024.
- BRANDÃO, J. *et al.* Mapeamento de publicações sobre o ensino da química verde no Brasil a partir de redes sociais. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 30, p. 59-76, 2018.
- COSTA, M. C. S. **Abordagem dos Princípios da Química Verde por meio do lúdico na formação ambiental de profissionais da Química**. 2018. 133 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós Graduação em Química, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.
- GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, n. 1, p. 183–184, 2014. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742014000100018&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 23 nov. 2024.
- GASPAR, C. S. *et al.* Ensino de química verde no Brasil: mapeamento de publicações a partir da análise de redes sociais. **Educación Química**, v. 34, n. 4, p. 156–172, 2023.
- GOES, L. F. *et al.* Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de química verde em professores universitários de química. **Educación Química**, v. 24, p. 113–123, 2013. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(13\)72504-7](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(13)72504-7). Acesso em: 16 ago. 2025.
- LENARDÃO, E. J. *et al.* "Green chemistry": os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 26, n. 1, p. 123–129, 2003.
- MACHADO, A. A. S. C. Bateria de métricas para avaliação da veracidade de reações de síntese. **Química Nova**, v. 37, n. 6, p. 1094–1109, 2014.
- MARCELINO, L. V.. **Os tipos de Racionalidade na Química Verde e suas Relações com Ensino**. 2020. 198 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.
- MARCELINO, L.; MARQUES, C. A pesquisa em Ensino de Química Verde: temas e tipologias de estudos. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 19, n. 42, p. 232–254, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v19i42.14563>. Acesso em: 16 ago. 2025.
- MARQUES, C. A. *et al.* Visões de meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de química na escola média. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2043–2052, 2007.

MARQUES, C.A; MACHADO, A.A.S.C. Una visión sobre propuestas de enseñanza de la Química Verde. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v. 17, n.1, 19-43, [s.l.], 2018.

MARQUES, C.; ROLOFF, F. Contribuições de produções acadêmicas nacionais sobre Química Verde e seu ensino. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 32, p. 78–91, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v14i32.6175>. Acesso em: 2 fev. 2025.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva. Ijuí: Editora Unijuí, 2020. E-book. p.1. ISBN 9786586074192. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786586074192/>. Acesso em: 22 jan. 2026.

PEREIRA, R. L. **Divulgação científica sobre a Química Verde em vídeo: reflexões dialógicas**. 2020. 189 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Educação e Docência) - Programa de Mestrado Profissional de Educação e Docência, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

ROLOFF, F. B.. **A Circulação de Conhecimentos em Química Verde em Teses e Dissertações: implicações ao seu ensino e à formação de professores de Química**. 2016. 346 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação Curso de Doutorado em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

RÜNTZEL, P. L. **Motivações de professores ao uso de um Ambiente Temático Virtual para simulações de rotas de síntese em Química Verde**. 2022. 174 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

SAQUETO, K. C. **Química Verde no Ensino Superior de Química: estudo de caso sobre as práticas vigentes em uma IES Paulista**. 2015. 285 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós Graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

SANDRI, M. C. M. **Contribuição da Inserção do Enfoque CTSA e da Química Verde na Formação de Licenciandos em Química**. 2016. 356 f. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

SANDRI, M. C. M. *et al.* Panorama sobre produções voltadas ao ensino de Química Verde no Brasil: incursões metodológicas. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 21., 2023, Uberlândia. Anais [...]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2023. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xxieneq2022/539057-panorama-sobre-producoes-voltadas-ao-ensino-de-quimica-verde-no-brasil--incursoes-metodologicas>. Acesso em: 03 maio 2025.

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n1.15211

SANDRI, M. C. M. *et al.* Os tipos de pesquisas sobre Ensino de Química Verde no Brasil e seus objetivos. **Revista Insignare Scientia**, v. 8, n. 1, 2025.

SILVA JÚNIOR, C. A. **Tabela periódica dos elementos figurativos da Química Verde e Sustentável (TPQVS) como recurso didático e interdisciplinar: desafios e contribuições na compreensão sobre e para a Química Verde no ensino médio.** 2024. 159 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2024. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/25827>. Acesso em: 22 jan. 2026.

SOUZA, F. F. **As Tecnologias Educacionais e a Teoria Crítica: análise da compreensão de licenciando de Química acerca dos ambientes virtuais, Química Verde e Sustentabilidade Socioambiental.** 2017. 155 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

TASSO, J. F. N. **A experimentação no curso de Licenciatura em Química da UFSCar (campus São Carlos): aproximações e distanciamentos à Química Verde.** 2018. 139 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

VAZ, C. R. S. *et al.* A adoção da Química Verde no ensino superior brasileiro. **Química Nova**, v. 47, n. 3, e–20230117, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230117>. Acesso em: 6 ago. 2025.

ZUIN, V. G.; EILKS, I. Editorial Overview: Green and Sustainable Chemistry Education (GSCE): Lessons to be learnt for a safer, healthier and fairer world today and tomorrow. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 13, p. A4–A6, 2018.

ZUIN, V. G. *et al.* Green and sustainable chemistry in Latin America: which type of research is going on? And for what? **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 25, p. 100379–100384, 2020.