INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS SOUSA
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

JOSÉ GUILHERME GOMES QUEIROZ

UMA ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA SOBRE A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA VERDE NOS ANAIS DE EVENTOS DA ÁREA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS/QUÍMICA

SOUSA/PB
2025

JOSÉ GUILHERME GOMES QUEIROZ

UMA ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA SOBRE A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA VERDE NOS ANAIS DE EVENTOS DA ÁREA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS/QUÍMICA

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado à Coordenação do Curso Superior de Licenciatura em Química do Instituto Federal da Paraíba - Campus Sousa, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Júnior

SOUSA/PB

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Q3a

Queiroz, José Guilherme Gomes.
Uma análise cienciométrica sobre a educação em química verde nos anais de eventos da área de educação em ciências/química / José Guilherme Gomes Queiroz, 2025.

41 p.: il.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Júnior.
TCC (Licenciatura em Química) - IFPB, 2025.

1. Ensino de Química. 2. Educação em Química Verde. 3. Estudo cienciométrico. I. Título. II. Silva Júnior, Carlos Alberto da.

IFPB Sousa / BS CDU 54:37

Milena Beatriz Lira Dias da Silva - Bibliotecária CRB 15/964

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS SOUSA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Uma Análise Cienciométrica sobre a Educação em Química Verde nos anais de eventos da área de Educação em Ciências/Química.

Autor: José Guilherme Gomes Queiroz

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado(a) em Química.

Aprovado pela Comissão Examinadora em: 31/01/2025

Dr. Carlos Alberto da Silva Júnior
IFPB – Campus Sousa, Paraíba, Brasil
Professor Orientador

gov.br Documento assinado digitalmente
CARLOS ALBERTO DA SILVA JUNIOR
Data: 19/02/2025 13:05:17-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Dra. Queli Aparecida Rodrigues de Almeida
IFRJ – Campus Duque de Caxias
Examinadora 1

gov.br Documento assinado digitalmente
QUELI APARECIDA RODRIGUES DE ALMEIDA
Data: 19/02/2025 14:27:16-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Dra. Glauciene Paula de Souza Marcone
IFPB – Campus Sousa
Examinadora 2

gov.br Documento assinado digitalmente
GLAUCIENE PAULA DE SOUZA MARCONE
Data: 20/02/2025 14:07:16-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao meu Deus e ao meu Senhor Jesus Cristo, a quem dedico cada minuto da minha vida, pois sendo minha fortaleza, favorecendo minha permanência na persistência diante dos percalços que aconteceram durante minha jornada de vida.

Aos meus pais, José Queiroz Rolim e Ana Cleide Gomes Queiroz, que sempre me trouxeram as explicações úteis para lutar durante os momentos mais difíceis.

Aos meus irmãos, Jânesson Gomes Queiroz e Jocerlânia Gomes Queiroz por tudo que representam para mim, pela cooperação fraterna e pelo companheirismo em todos os momentos da minha vida.

Ao professor Dr. Carlos Alberto da Silva Júnior pelo apoio, incentivo, orientação e desprendimento em ajudar-me. É sempre esforçado, competente e inspirador no que faz. Muito obrigado por ter sido meu orientador nesta pesquisa, pelas suas correções e sugestões, por sempre estar disponível nos momentos que mais precisei e principalmente ter me ensinado que é mais inteligente planejar antes de agir.

A todos os integrantes do Green Maker Lab pelos diálogos e construção do conhecimento. Obrigado por serem participantes da minha formação e por terem me proporcionado tantos aprendizados sobre diferentes assuntos. Estar com vocês me fez crescer profissionalmente e pessoalmente.

A todos os amigos do curso de Licenciatura em Química, em especial à turma (2021.1) a qual faço parte, pelos momentos de interação, sobretudo as descobertas científicas para o meio científico.

Obrigado a meus amigos e companheiros Gizllayne dos Anjos Pereira e Jaelson Marques Martins. Os mesmos contribuíram fortemente durante as discussões acadêmicas, sobretudo, o intercâmbio de conhecimentos fora das dependências universitárias. Além, dos conselhos sábios voltados para questões pessoais.

A minha amiga e namorada, Ana Beatriz Job Cruz, por me ouvir, aconselhar e me desafiar. Obrigado por me tornar tão seguro no que quero para mim. Sua dedicação e carinho foram essenciais.

RESUMO

A Química Verde (QV), estruturada em 12 princípios, busca reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à humanidade e ao ambiente. No contexto educacional, essa filosofia verde está relacionada ao desenvolvimento de competências e habilidades que auxiliam na investigação e na intervenção em questões sociais, tecnológicas e ambientais. O presente estudo objetivou mapear os trabalhos publicados sobre a Educação em Química Verde (EQV) nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ); da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ); do Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI); e do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) por meio de uma análise cienciométrica, fundamentada nas leis de Lotka e de Zipf. Com o uso dos descritores "verde" e "green", foram identificados 373 trabalhos nos quatro eventos investigados. Após um processo de análise documental, foram selecionados 126 estudos relacionados à EQV, sendo os primeiros registros a partir de 2006. Mapeou-se as publicações nos quatro eventos analisados, as universidades e regiões brasileiras com maior produção, os títulos e palavras-chave mais frequentes, e os pesquisadores mais produtivos na área. Conclui-se que, embora haja um aumento na produção nacional, são necessárias mais investigações e publicações para expandir a EQV.

Palavras-chave: Ensino de Química; Educação em Química Verde; Estudo Cienciométrico.

ABSTRACT

Green Chemistry (GC), based on 12 principles, aims to reduce or eliminate the use and generation of substances harmful to both human health and the environment. In the educational context, this green philosophy is linked to the development of competencies and skills that support the investigation and intervention in social, technological, and environmental issues. This study aimed to map the published works on Green Chemistry Education (GCE) in the proceedings of the Brazilian events called: "Encontro Nacional de Ensino de Química" (ENEQ); "Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química" (RASBQ); "Simpósio Brasileiro de Educação Química" (SIMPEQUI); and "Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências" (ENPEC) through a scientometric analysis grounded in Lotka's and Zipf's laws. Using the descriptor "green" in both Portuguese and English, 373 papers were identified across the four events analyzed. After a document analysis process, 126 studies related to GCE were selected, with the first records dating back to 2006. The analysis mapped the publications across the four events, identified the universities and Brazilian regions with the highest production, as well as the most frequent titles and keywords, and highlighted the most productive researchers in the field. The findings suggest that while national production has increased, further research and publications are needed to expand GCE.

Key words: Teaching Chemistry; Green Chemistry Education; Scientometric Study.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os 12 princípios da QV. 12
Figura 2 - Distribuição de trabalhos sobre QV por regiões brasileiras. 20
Figura 3 - Distribuição por instituição dos trabalhos sobre EQV no ENEQ. 21
Figura 4 - Distribuição de trabalhos sobre QV por regiões brasileiras. 23
Figura 5 - Distribuição por instituição dos trabalhos sobre EQV no SIMPEQUI. 24
Figura 6 - Distribuição por instituição dos trabalhos sobre EQV no ENPEC. 26
Figura 7 - Distribuição de trabalhos sobre QV por regiões brasileiras. 29
Figura 8 - Distribuição por instituição dos trabalhos sobre EQV na RASBQ. 30
Figura 9 - As cinco instituições mais produtivas sobre EQV. 34
Figura 10 - Nuvens de palavras para os títulos (a) e as palavras-chave (b) dos trabalhos sobre EQV. 34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição anual dos trabalhos sobre EQV no ENEQ. 20
Tabela 2 - Distribuição anual dos trabalhos sobre EQV no SIMPEQUI. 23
Tabela 3 - Distribuição anual dos trabalhos sobre EQV no ENPEC. 26
Tabela 4 - Distribuição anual dos trabalhos sobre EQV na RASBQ. 28
Tabela 5 - Frequência das contribuições dos autores principais e coautores (contagem completa). 32

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABQ	Associação Brasileira de Química
ABRAPEC	Associação Brasileira de Pesquisa de Educação em Ciências
ACS	American Chemical Society
	Agência de Proteção Ambiental
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior
CEFET	Celso Suckow da Fonseca
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
	Comprometimento em Química Verde
ENEQ	Encontro Nacional de Ensino de Química
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência
EPA	Environmental Protection Agency
EQV	Educação em Química Verde
EUA	Estados Unidos da América
EV	Estrela Verde
MV	Matriz Verde
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GCC	Commitment Green Chemistry
GCI	Green Chemistry Institute
GIEQ	Grupo de Investigação no Ensino de Química
IFPB	Instituto Federal da Paraíba
IFRJ	Instituto Federal do Rio de Janeiro
	Instituto de Química Verde
IQ	Instituto de Química
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
	O Desafio Presidencial de Química Verde
OPPT	Instituto de Prevenção à Poluição e Tóxicos
PGCC	The Presidential Green Chemistry Challenge
QV	Química Verde
RASBQ	Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química
SBQ	Sociedade Brasileira de Química
SIMPEQUI	Simpósio Brasileiro de Educação Química

	Sociedade Química Americana
TPQVS	Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável
UFPI	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNSCCUR	Conferência Científica da ONU sobre a Conservação e Utilização de Recursos
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 12

2.1 Breve histórico da Química Verde 12

2.2 Educação em Química Verde no Brasil 14

3. OBJETIVOS 16

3.1 OBJETIVO GERAL 16

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16

4. METODOLOGIA 17

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 19

5.1 Quantitativo de pesquisas em EQV no ENEQ 19

5.2 Quantitativo de pesquisas em EQV no SIMPEQUI 22

5.3 Quantitativo de pesquisas em EQV no ENPEC 25

5.4 Quantitativo de pesquisas em EQV na RASBQ 27

5.5 Quantitativo dos autores e palavras-chave dos eventos 31

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 37

REFERÊNCIAS 38

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a União Internacional da Química Pura e Aplicada (do inglês: *International Union of Pure and Applied Chemistry* - IUPAC), a Química Verde (QV) é definida como a invenção, o *design* e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à humanidade e ao ambiente (Tundo et al., 2000). Conforme delineado por Anastas e Warner (1998), a QV se fundamenta em doze princípios que orientam sua prática, abrangendo desde a prevenção de resíduos até o uso de catalisadores, passando pela utilização de matérias-primas renováveis, com vista à sustentabilidade (Anastas; Warner, 1998; Côrrea; Zuin, 2012).

Neste contexto, a Educação em Química Verde (EQV) é um campo emergente (Andrade; Zuin, 2023) e interdisciplinar (Da Silva Júnior et al., 2024a; 2024b), que visa ampliar a compreensão dos estudantes sobre práticas sustentáveis. Segundo Andrade e Zuin (2023), a EQV permite o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para abordar questões sociocientíficas, enquanto Da Silva Júnior et al. (2024b) enfatizam seu papel na formação de cidadãos críticos e reflexivos.

No Brasil, a abordagem da QV é ainda limitada (Marques et al., 2023). Um dos fatores que contribuem para a EQV ser pouco abordada pode ser justificada pela falta de conhecimento dos próprios professores de Química. Almeida et al. (2019) afirmam que apenas 7% das instituições de formação de professores em Química incluem a disciplina de QV nas suas matrizes curriculares. Por sua vez, Vaz et al. (2024) observam que apenas 10,8% das 370 instituições brasileiras que oferecem graduação em Química possuem componentes curriculares relacionados à QV, o que aponta para a necessidade de expandir as investigações na EQV. A QV na "educação passou a ser *locus* de discussões que permeiam o bem-estar da população e do meio ambiente de modo a frear nossos impactos no antropoceno" (Almeida et al., 2019, p.182). Na Educação, ainda se encontra resistência para a implementação da QV nos currículos de diferentes níveis de ensino (Andrade; Zuin, 2023).

Na literatura, há modelos didáticos para integrar a QV nos currículos (Burmeister et al., 2012; Sandri; Santin Filho, 2019; Andrade; Zuin, 2023). Sandri e Santin Filho (2019) expandiram os estudos de Burmeister et al. (2012) e classificaram as abordagens da EQV em três modelos: i) técnico-instrumental, ii) interface e iii) crítico, que podem ser utilizados para planejar, executar e avaliar práticas pedagógicas.

O presente estudo tem como objetivo apresentar um mapeamento de trabalhos publicados sobre a EQV em quatro eventos reconhecidos pela comunidade dessa área. Para tal, o *corpus* da pesquisa foi o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ); a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ); o Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI); e o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Para isso, foi realizada uma análise cienciométrica baseada nas leis de Lotka e Zipf.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Breve histórico da Química Verde

As preocupações com os problemas ambientais decorrentes dos processos de crescimento e desenvolvimento deu-se pela necessidade humana de assegurar o futuro das gerações, bem como o uso dos recursos naturais (Farias; Fávaro, 2011). Conforme Londero (1999) o impacto dos danos ambientais nas gerações atuais, e seus reflexos para as futuras, fez com que a questão ambiental atravessasse fronteiras, se tornasse globalizada. No ano de 1949 ao ser realizada em Lake Sucess, nos EUA, a Conferência Científica da ONU sobre a Conservação e Utilização de Recursos (UNSCCUR), no qual teve início às discussões científicas voltadas para as questões ambientais. Destaca-se, ainda, a publicação do livro Primavera Silenciosa (do inglês: *Silent Spring*), de Rachel Carson (1962), que denunciava os efeitos contrários da má utilização dos pesticidas e inseticidas químicos sintéticos. Neste período, os principais problemas ambientais foram o crescimento populacional, o desenvolvimento industrial e a corrida armamentista impulsionada pelos testes nucleares (Londero, 1999; Almeida, 2023).

Em 1968 as discussões sobre as problemáticas ambientais ganharam mais força a partir da Conferência Intergovernamental de Especialistas sobre as Bases Científicas para uso e Conservação Racionais dos Recursos da Biosfera, conhecida como Conferência da Biosfera, e com a publicação, no mesmo ano, do Relatório Meadows, conhecido como Relatório do Clube de Roma. Este relatório teve influência de maneira decisiva no debate da Conferência de Estocolmo, em 1972, no qual se caracterizou como a primeira atitude mundial em tentar organizar as relações entre o homem e o ambiente (Farias; Fávaro, 2011).

No ano de 1991, a agência ambiental norte americana (do inglês: *Environmental Protection Agency* - EPA), por meio do seu Instituto de Prevenção à Poluição e Tóxicos (OPPT) lançou seu programa "Rotas Sintéticas Alternativas para Prevenção de Poluição", uma linha de financiamento para projetos de pesquisa que incluíssem a prevenção de poluição em suas rotas sintéticas, caracterizando o nascimento da QV (Lenardão et al., 2003; Farias; Fávaro, 2011). Em 1995, o governo dos EUA instituiu o programa de premiação presidencial (do inglês: *The Presidential Green Chemistry Challenge* - PGCC) com o objetivo de premiar indivíduos e empresas que buscassem inovações em tecnologias que possam ser implementadas para prevenir a poluição e proteger a saúde humana (Lenardão et al., 2003; EPA, 2024).

Em 1997 foi criado o Instituto de Química Verde (do inglês: *Green Chemistry Institute* - GCI), que desde janeiro de 2001, atua em parceria com a Sociedade Americana de Química (do inglês: *American Chemical Society* - ACS). No mesmo ano a IUPAC organizou sua Primeira Conferência Internacional em QV, em Veneza, Itália (Lenardão et al., 2003; Farias; Fávaro, 2011). No ano de 1998, Paul T. Anastas e John C. Warner apresentaram ao mundo o conceito de QV por meio do livro "Química Verde: Teoria e Prática" (do inglês: *Green Chemistry: Theory and Practice*), como o desenho, o desenvolvimento de produtos e processos químicos que possam reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente (Anastas; Warner, 1998; Lenardão, 2003).

Conforme ilustrado na Figura 1, essa definição é fundamentada em 12 princípios, a saber: 1. Prevenção; 2. Economia de átomos; 3. Síntese de produtos menos perigosos; 4. Desenho de produtos seguros; 5. Uso de solventes e auxiliares seguros; 6. Eficiência energética; 7. Uso de matérias-primas renováveis; 8. Evitar a formação de derivados; 9. Catálise; 10. Desenho para a degradação; 11. Análise em tempo real; 12. Química intrinsecamente segura (Anastas; Warner, 1998; Lenardão, 2003).

Figura 1 - Os doze princípios da Química Verde.

Fonte: Adaptado de Anastas e Warner (2000).

A QV é uma área do conhecimento que vem ganhando espaços por promover práticas mais sustentáveis. Verifica-se que a QV se encontra na indústria por assumir práticas mais adequadas para resolver os problemas de saúde humana e ambientais, além de reduzir a quantidade de resíduos e resíduos produzidos genericamente pelos processos industriais (Machado, 2011).

Verifica-se também a QV como destaque na educação. Para Almeida et al. (2019) desde que a QV começou a ser introduzida no final dos anos noventa do século passado vem sendo cada vez mais difundida no mundo, especialmente após ser reconhecida como disciplina (Manahan, 2012). Por sua vez, para Santos e Royer, (2018) a EQV proporciona a formação do aluno de maneira a incentivar a melhoria do sistema de produção, onde a idealidade e a realidade caminham juntas. Além disso, oferece também conhecimento para que o discente seja capaz de diagnosticar, conhecer, reverter, tratar e minimizar os problemas ambientais.

2.2 Educação em Química Verde no Brasil

Na educação brasileira, nota-se que a abordagem da QV ainda é baixa. Conforme Brandão et al. (2018) em consultas realizadas na base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES) a respeito da quantidade de publicações relacionadas à QV e o ensino ao longo dos anos indicam que o tema é de baixo conhecimento para muitos docentes, pois sua formação acadêmica em QV é precária. Por sua vez, em um levantamento realizado por Gomes et al. (2022) em Institutos Federais, a QV não é uma disciplina obrigatória nos cursos ofertados, no qual é oferecida como tópico em conteúdos mais clássicos da Química em 94% dos cursos e 6% como disciplina optativa nos demais. Por sua vez, Vaz et al. (2024), em um levantamento realizado, concluíram que nas instituições que ofertam o curso de Química das 54 disciplinas que trabalham diretamente a QV, 64,8% são disciplinas optativas, enquanto 20,4% são aplicadas como disciplinas obrigatórias e 14,8% não possuem esta informação disponível para acesso.

Com vistas à incorporação da QV nos currículos de Química, Sandri e Santin Filho (2019) propuseram modelos de abordagem da QV em aulas de Química. Os modelos partem do mais simples para o mais complexo, se diferenciando pelo grau de alinhamento com a perspectiva crítica. Esses modelos são avaliados em quatro dimensões: a abordagem didática, postura do professor, momento e frequência e objetivos educacionais. Essa classificação auxilia na escolha de propostas didáticas que visem atingir os graus mais altos da educação científica no ensino de Química (Sandri; Santin Filho, 2019).

No Modelo 1, a QV é abordada pelo professor por meio da adoção de práticas laboratoriais roteirizadas (Andrade; Zuin, 2021). Esse Modelo adota os princípios da QV nas aplicações experimentais, principalmente como forma de redução de reagentes e gastos energéticos, os estudantes não são envolvidos pelas discussões da QV, apenas colocam em prática seus princípios sem serem questionados sobre a relação do conteúdo com sua realidade social (Sandri; Santin Filho, 2019).

No Modelo 2, são apresentados elementos críticos, o professor contextualiza o conteúdo, promove a conscientização dos estudantes, os quais são envolvidos para a escolha de produtos e processos químicos para avaliar as métricas holísticas, notadamente

a Estrela Verde (EV) e a Matriz Verde (MV). Além de adotar os princípios tanto em aulas experimentais quanto teóricas (Gonçalves et al., 2017; Sandri; Santin Filho, 2019).

No Modelo 3, o professor é a peça fundamental para atingir a dimensão crítica. O professor "conhece e se dispõe a promover a contextualização por meio de situações que envolvem a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente e problematiza as relações da Química com cada uma dessas vertentes" (Sandri; Santin Filho, 2019, p. 39). Conforme Marques e Machado (2018), o professor é responsável pela incorporação de estratégias de sustentabilidade na EQV por meio de temas transversais, baseados em abordagens sociocientíficas de amplitude interdisciplinar.

Para se tornar efetivo, o ensino de Química deve ser problematizador, desafiador e estimulador, de maneira que seu objetivo seja o de conduzir o estudante à construção do saber científico (Lima, 2012). Por sua vez, Chen et al, 2020 sugerem que a EQV pode ser desenvolvida pela abordagem interdisciplinar explorando como os fatores cognitivos, sociais e emocionais. Sandri e Santin Filho (2019) ressaltam que uma visão restritiva não permite que o ensino de QV proporcione uma educação ambiental crítica, com isso, são necessárias metodologias que abordem questões sociocientíficas e interdisciplinares, que auxiliem em discussões críticas dos estudantes. Diante disso, é importante verificar o avanço da EQV em eventos de Ciências/Química.

Embora existam revisões sistemáticas sobre EQV em periódicos (Roloff; Marques, 2018; Melo; Souza, 2022; Tavares et al. 2022; Costa et al. 2023), não foram identificados estudos que abordem a EQV em eventos tais como os selecionados para busca. Assim, este estudo visa preencher essa lacuna ao mapear o progresso da EQV nos anais do ENEQ, RASBQ, SIMPEQUI e ENPEC.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Mapear os trabalhos publicados sobre a Educação em Química Verde (EQV) nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ), do Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI) e do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e classificar os trabalhos publicados sobre EQV nos anais do ENEQ, RASBQ, SIMPEQUI e ENPEC;
- Verificar a evolução temporal da produção acadêmica sobre EQV nos eventos selecionados;
- Verificar a contribuição das universidades e institutos de pesquisa na produção de trabalhos sobre EQV nos eventos analisados, identificando as instituições com maior número de publicações;
- Identificar as regiões brasileiras com maior produção de trabalhos sobre EQV, analisando as possíveis correlações com a distribuição de eventos acadêmicos e programas de pesquisa na área de Educação em Ciências/Química;
- Identificar os autores mais produtivos na área de EQV, analisando a quantidade de publicações;
- Propor sugestões para o fortalecimento da EQV, com base nas lacunas e oportunidades identificadas na análise das publicações.

4. METODOLOGIA

O aporte teórico-metodológico deste trabalho é a pesquisa quantitativa (Diodato, 1994) de natureza cienciométrica. De acordo com Spinak (1998, p. 142) "a cienciometria aplica técnicas bibliométricas à ciência, incluem o crescimento quantitativo da ciência, o desenvolvimento de disciplinas e subdisciplinas".

Para compor o *corpus* da pesquisa, foram selecionados os anais de quatro eventos do campo da Educação em Ciências/Química, sendo dois deles de frequência anual e dois bienal. A fim de analisar as discussões e as ações desenvolvidas voltadas ao campo da EQV, foram analisados trabalhos publicados e apresentados nos seguintes eventos:

- Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ);
- Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ);
- Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI);
- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).

A escolha desses eventos foi orientada principalmente pelo fato de serem nacionais e organizados por associações ou sociedades científicas na área de Ciências/Química. Para a realização da análise, considerou-se os eventos desde a primeira edição, a exemplo do RASBQ, que surgiu em 1978.

A busca nos anais foi realizada utilizando o descritor "verde", em língua portuguesa, e "green", em língua inglesa. Na estratégia de busca dos trabalhos, foram adotados critérios de exclusão, buscando apenas trabalhos que continham esses descritores nos títulos, estratégia utilizada para filtrar o máximo possível de trabalhos sobre a temática, pois em algumas edições como também eventos, a exemplo da RASBQ que suas publicações são apenas por resumos simples e não possuem como por exemplo resumos, além disso, algumas edições apresentam apenas os títulos dos trabalhos como fonte de pesquisa, não sendo possível realizar a pesquisa por busca em palavras-chaves ou resumos.

Os trabalhos analisados consistiram em resumos e trabalhos completos. Após a seleção inicial, procedeu-se à leitura dos títulos, resumos e palavras-chave dos trabalhos pré-selecionados e posteriormente organizados em planilhas do *Excel*. Para a construção das nuvens de palavras, foi utilizado o *Jason Davies*, disponível gratuitamente em https://www.jasondavies.com/wordcloud/. Somente os estudos que abordavam

diretamente a EQV foram submetidos à análise completa. Com base nessa produção científica dos eventos ENEQ, SIMPEQUI, RASBQ e ENPEC, foram formuladas questões para orientar a análise quantitativa:

- Qual foi a distribuição anual dos trabalhos selecionados?
- Quais autores e universidades mais publicaram na área?
- Quantos trabalhos foram publicados em cada uma das cinco regiões brasileiras?
- Quais termos nos títulos e palavras-chave foram mais frequentes?

Para responder aos questionamentos apresentados, a análise foi fundamentada em princípios e leis bibliométricas, destacando-se a Lei de Lotka, que aborda a relação entre a produtividade dos autores (Alvarado, 2002; 2006; 2009), e a Lei de Zipf, que analisa a frequência de ocorrência de palavras-chaves e títulos (Linders; Louwerse, 2023). A Lei de Lotka foi utilizada para verificar se existia a predominância de um(a) autor(a). Por sua vez, a Lei de Zipf foi utilizada para verificar quais palavras são mais abordadas nos títulos e palavras-chave e quais termos possuíam relação com o tema.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Quantitativo de pesquisas em EQV no ENEQ

Neste subtópico são apresentados os resultados da análise quantitativa das publicações sobre EQV nas edições do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Este evento é reconhecido como um importante espaço de difusão de conhecimento, proporcionando um ambiente propício para o encontro de pesquisadores, professores e estudantes de diferentes níveis de escolaridade na área de Educação em Química. Historicamente, o ENEQ teve sua origem em 1980, com a criação da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), com o objetivo de promover encontros sobre o ensino de Química. Sua primeira edição ocorreu em 1982 na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) em São Paulo (Alexandrino et al., 2022).

Para a seleção dos dados, não foram analisadas as edições de 1982 a 2002, pois são edições que se encontram em formato impresso, o que dificultou o processo de busca de dados. Por sua vez, as 13ª e 14ª edições que correspondem aos anos de 2006 e 2008 respectivamente, não estavam disponíveis para busca. Portanto, na revisão do ENEQ, foram identificados 45 trabalhos que continham o descritor “verde”, dos quais 42, após uma análise detalhada dos textos, foram classificados como relacionados à EQV. Os três trabalhos restantes foram excluídos por abordarem questões específicas, sendo inicialmente incluídos apenas devido à presença da palavra “verde” em seus títulos. Um exemplo disso foi uma das publicações excluídas, que tratava exclusivamente do uso de polifenol oxidase extraída de fibra de coco verde, sem relação com a EQV.

Na Tabela 1, são apresentados os resultados obtidos a partir da seleção dos trabalhos publicados nos anais do ENEQ, evidenciando a quantidade de trabalhos encontrados por evento e sua relação com o formato de escrita, distribuídos entre trabalhos completos e/ou resumos. Foram identificados trabalhos relacionados à EQV no ENEQ a partir do ano de 2010.

Tabela 1 - Distribuição anual dos trabalhos sobre EQV no ENEQ.

Ano	Número de trabalhos na modalidade “completo”	Número de trabalhos na modalidade “resumo”	Percentual
2010	1	1	4,8 %
2014	3	3	14,3%

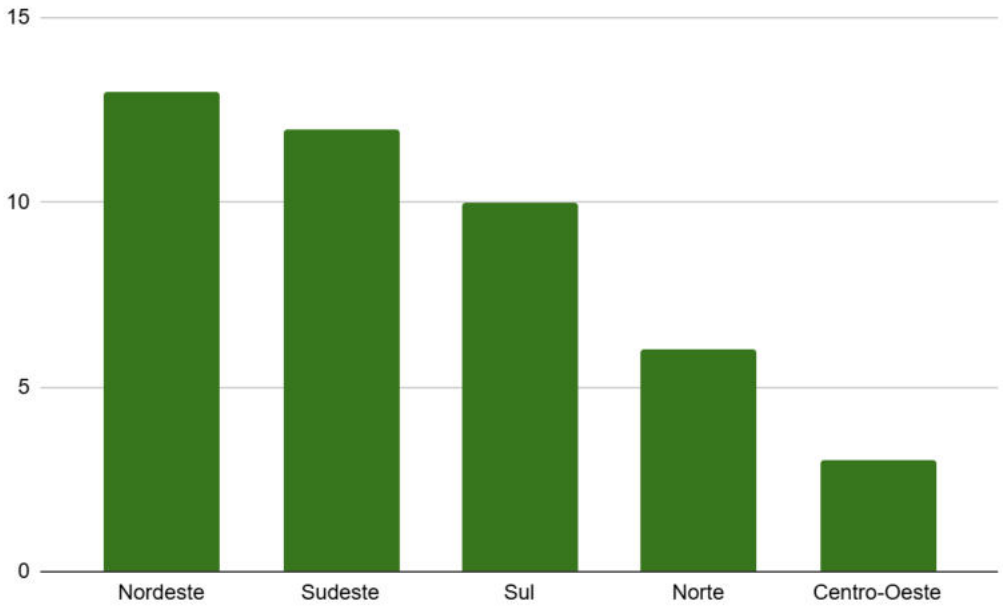
2016	7	2	21,4%
2018	-	2	4,8%
2022	3	5	19,0%
2024	9	6	35,7%

Fonte: Autoria própria (2025).

Analisando os dados obtidos, no ano de 2014, nota-se que os números de publicações triplicaram em relação ao ano de 2010. Enquanto na edição do ano de 2016 se manteve na média as discussões sobre o tema. Já para o ano de 2018, as publicações decresceram menos da metade em relação ao ano anterior. Em um levantamento de dados realizado por Alves et al. (2021) no período de 2006 a 2018 em relação ao número de publicações no ENEQ, indicam que uma das justificativas para tal, foi a dificuldade de deslocamento para o evento que ocorreu em Rio Branco, no Acre, tendo sido agravada a situação devido à redução de ajuda de custo pelos órgãos de fomento para participação em eventos acadêmicos no referido ano. Nas edições realizadas em 2022 e 2024, observou-se um aumento significativo em relação à edição anterior, com destaque para a 22ª edição, ocorrida no ano de 2024, que obteve 35,7% e o maior número de publicações com um total de (n = 15). Um dos fatores que justificam esse aumento no ano de 2024 foi a participação de membros do grupo de pesquisa "Green Maker Lab", filiado ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB), no qual de 35,7% o grupo representa 17% das publicações (n = 7). Acredita-se que a participação de grupos de pesquisas assume um papel importante para produção do conhecimento científico, levando a um aumento significativo da produtividade de pesquisas (Degn et al., 2018).

Considerando os resultados encontrados, foi possível verificar a distribuição dos artigos selecionados nas 5 regiões brasileiras. Como observado na Figura 2, as regiões Nordeste e Sudeste apresentaram 30,9% e 28,6% respectivamente a quantidade de publicações. Em um levantamento realizado por Alves e Mello (2019) com os dados no diretório de grupos de pesquisa do CNPq, as regiões Nordeste e Sudeste apresentam um maior número de grupos de pesquisas em relação às regiões Sul, Norte e Centro-Oeste, com respectivamente cerca de 91 e 108 grupos de pesquisas nas duas regiões.

Figura 2 - Distribuição de trabalhos sobre EQV por regiões brasileiras.

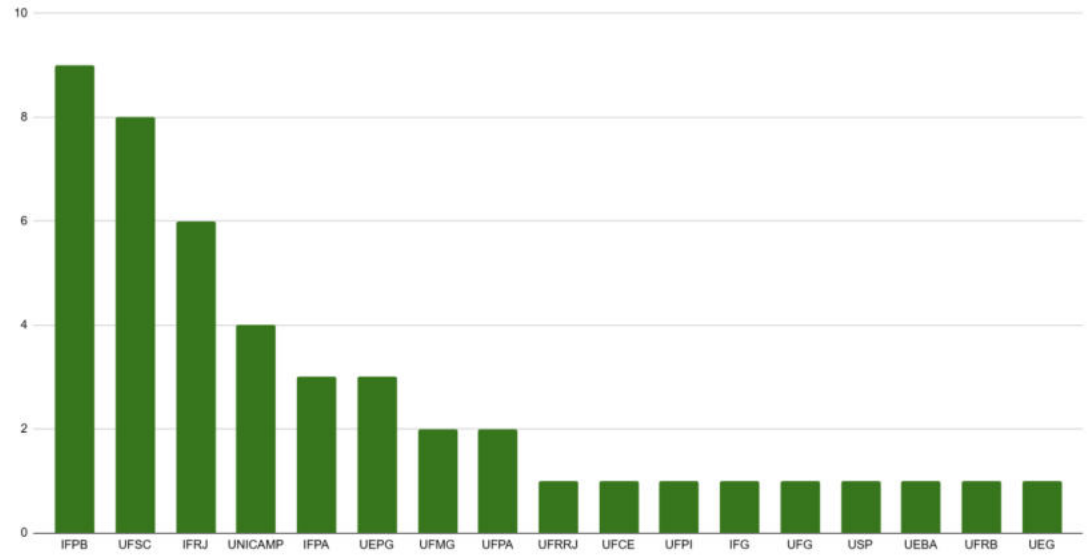


Fonte: Autoria própria (2025).

Com os resultados foi realizado um levantamento dos autores de cada trabalho para avaliar quais mais publicaram no evento. Destacou-se o professor Dr. Carlos Alberto da Silva Júnior com 21,4% das publicações. De acordo com a literatura, ele é pioneiro em pesquisas sobre a Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável (TPQVS) no Brasil e em trabalhos sobre a EQV que contemplam a inclusão (Da Silva Júnior et al., 2022; 2024a; 2024b; Da Silva Júnior, 2023). Além disso, Da Silva Júnior é líder do "Green Maker Lab - Grupo de Pesquisa e Inovação em Química Verde", que possui como objetivo a divulgação em QV.

Investigou-se também o vínculo institucional dos autores desses artigos, como ilustrado na Figura 3. Nela estão presentes as instituições correspondentes aos autores que contribuíram para a produção acadêmica sobre EQV no evento, com destaque para o IFPB com um total de 21,4% das publicações, a mesma quantidade para o autor que mais publicou sobre o tema, corroborando com a Lei de Lotka, que "sua aplicabilidade se verifica na avaliação da produtividade de pesquisadores, na identificação dos centros de pesquisa mais desenvolvidos, em dada área de assunto" (Guedes; Borschiver, 2005, p. 5).

Figura 3 - Distribuição por instituição dos trabalhos sobre EQV no ENEQ.



Fonte: Autoria própria (2025).

Na Figura 3, também é possível observar a presença da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), destacada em segundo lugar como principal instituição a publicar sobre EQV no ENEQ. A UFSC possui como um dos principais pesquisadores o professor Dr. Carlos Alberto Marques, um dos pioneiros em EQV no Brasil. A instituição também possui a colaboração do Grupo de Investigação no Ensino de Química (GIEQ), que é liderado pelo Dr. Marques. Em terceiro lugar, destaca-se o Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), que possui como pesquisadora a professora Dra. Queli Aparecida Rodrigues de Almeida. Ela também é colaboradora do "Grupo de Pesquisa Novas Rotas para a Produção de Biocombustíveis" no IFRJ, desenvolvendo pesquisas de impacto para a comunidade acadêmica. Além disso, esse foi o primeiro instituto federal do Brasil a assinar o Comprometimento em Química Verde (do inglês: *Green Chemistry Commitment* – GCC), desenvolvido pela *Beyond Benign* com o objetivo de inserir a QV nos currículos de instituições de ensino superior com a integração da QV em todas as subdisciplinas da Química.

5.2 Quantitativo de pesquisas em EQV no SIMPEQUI

Neste subtópico são apresentados os resultados obtidos nas edições do Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI). O evento tem como objetivo fomentar a pesquisa e a produção de conhecimento no campo da educação química, reunindo profissionais e estudantes para apresentar e discutir os resultados de suas atividades e

realizar trocas de experiências, no qual teve sua primeira edição no ano de 2003. O SIMPEQUI é promovido pela Associação Brasileira de Química (ABQ). Em consultas realizadas, as edições 1ª, 2ª, 3ª e 5ª não estão disponíveis para buscas.

Na análise e triagem, foram pré-selecionados 41 trabalhos, sendo dois trabalhos eliminados por não discutir explicitamente a QV e nem princípios propostos por Anastas e Warner (1998), mesmo sendo trabalhos que versavam sobre a sustentabilidade em contexto escolar, a exemplo do trabalho intitulado como "Escola selo verde" que discute práticas de reuso de água, reciclagem de resíduos, no qual tem como objetivo desenvolver soluções sustentáveis em escolas. Para expressar os resultados obtidos pela seleção dos trabalhos publicados nos anais do SIMPEQUI, foi utilizada a Tabela 2 que apresenta a distribuição anual dos trabalhos sobre EQV. As primeiras publicações sobre a EQV no SIMPEQUI surgiram no ano de 2010.

Tabela 2 - Distribuição anual dos trabalhos sobre EQV no SIMPEQUI.

Ano	Número de trabalhos	Percentual
2010	2	5,1%
2012	1	2,6%
2013	10	25,6%
2014	8	20,5%
2015	1	2,6%
2016	1	2,6%
2017	4	10,3%
2018	3	7,5%
2023	2	5,1%
2024	7	17,9%

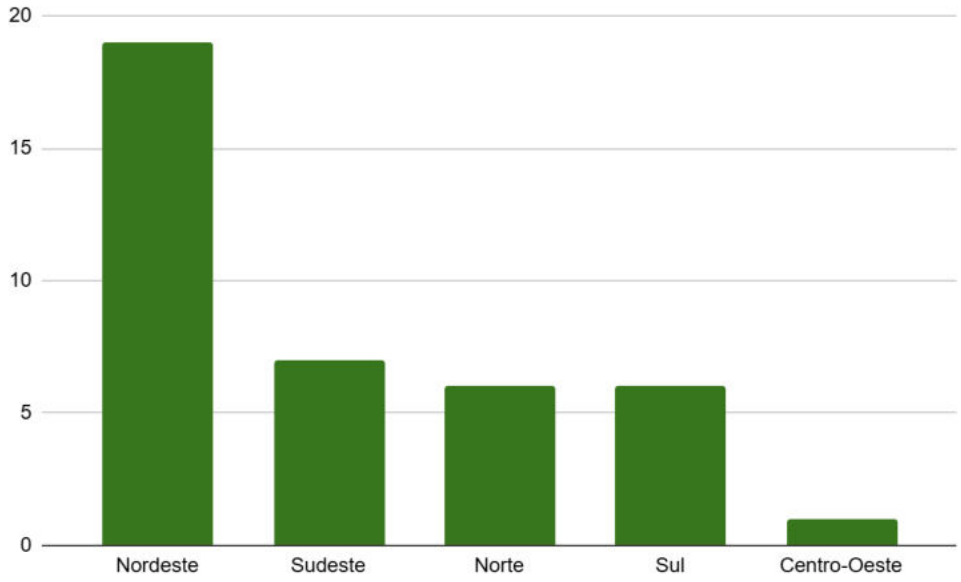
Fonte: Autoria própria (2025).

Como observado na Tabela 2, o ano de 2013 registrou o maior número de publicações (n = 10), correspondente à 11ª edição do SIMPEQUI, realizado em Teresina, Piauí, seguido do ano de 2014 e 2024 com respectivamente 8 e 7 do total de trabalhos publicados no evento.

No levantamento por regiões, a região Nordeste se destacou com 19 trabalhos publicados, como observado na Figura 4, correspondendo a 48,7% do total. Essa predominância pode ser atribuída ao fato de que 5 das 10 edições do SIMPEQUI foram

realizadas em cidades nordestinas. Para Oliveira et al. (2022) em um levantamento realizado no período de 2002 a 2017, no qual indica que o avanço das publicações na região Nordeste é explicado pela assimetria regional dos cursos de pós-graduação e da presença de pesquisadores como um todo de pós-graduação. As regiões Sudeste, Norte, Sul e Centro-Oeste contribuíram com 17,9%, 15,4%, 15,4% e 2,6% dos trabalhos, respectivamente. Além disso, ressalta-se a presença de 2 trabalhos de autores afiliados a instituições internacionais como à Universidade de York, no Reino Unido.

Figura 4 - Distribuição de trabalhos sobre QV por regiões brasileiras.



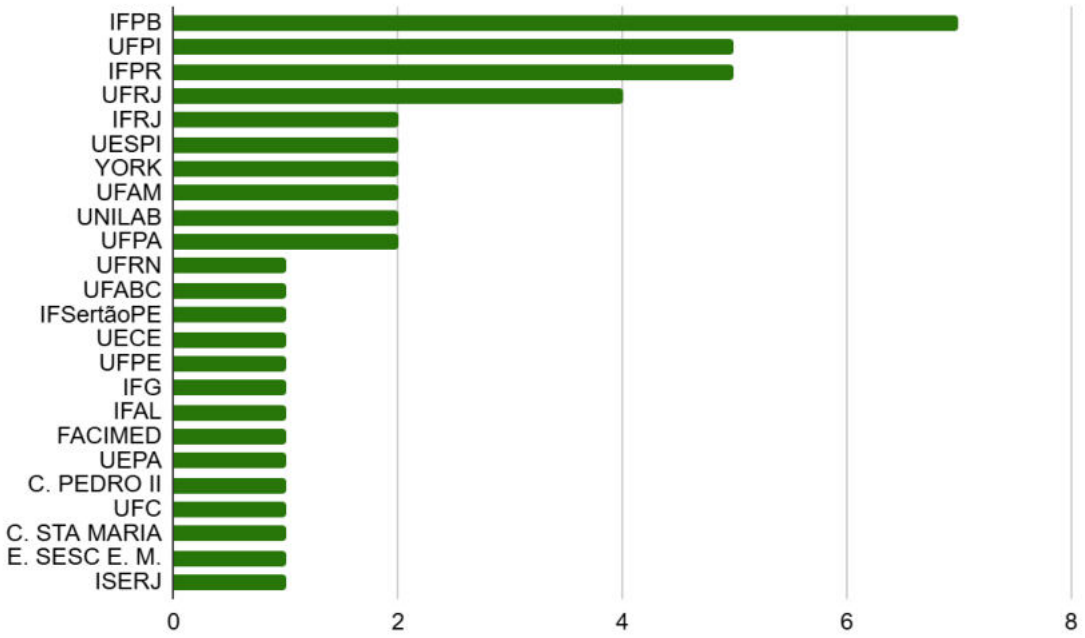
Fonte: Autoria própria (2025).

Com o levantamento de dados foi possível identificar que o autor que mais teve trabalhos aprovados foi o professor Dr. Carlos Alberto da Silva Júnior, com 17,9% do total de publicações, seguindo pelos discentes do "Green Maker Lab - Grupo de Pesquisa de Inovação em Química Verde", vinculado ao IFPB, no qual o professor Dr. da Silva Júnior é pesquisador e pioneiro do grupo. Segundo Urbizagastegui (2008) devido aos diversos fatores sociais, os autores mais produtivos tendem a ser ainda mais produtivos no decorrer do tempo, contudo os autores menos produtivos mostram uma tendência a declinar em produtividade.

Em relação ao indicador de instituições de ensino que se destacaram com publicações sobre EQV, conforme observado na Figura 5, o IFPB também se destaca com 17,9% do total de publicações. A Universidade Federal do Piauí (UFPI), o Instituto

Federal do Paraná (IFPR) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) também se destacam com 15,4%, 15,4% e 7,7% respectivamente do total de publicações. Gaetani e Schwartzman (1990) indicam que o volume de publicações das universidades que mais produzem pesquisas pode ser justificado pelo número de um corpo docente de titulação expressiva e desenvolvimento de atividades de pós-graduação.

Figura 5 - Distribuição por instituição dos trabalhos sobre EQV no SIMPEQUI.



Fonte: Autoria própria (2025).

5.3 Quantitativo de pesquisas em EQV no ENPEC

Neste subtópico são apresentados o quantitativo e a evolução temporal das pesquisas sobre EQV nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), que é um evento bienal promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), criado em 1997, com sua primeira edição realizada em 1999 em Águas de Lindóia, São Paulo.

Como resultados, de 12 trabalhos pré-selecionados com o descritor “verde”, apenas 9 foram escolhidos, pois 3 foram excluídos por não pertencerem à área de EQV, estando relacionados a botânica e ecoturismo. Na Tabela 3, observa-se a distribuição dos trabalhos sobre EQV nos anais do ENPEC, destacando a 12ª edição, ocorrida em 2019, com o maior número de publicações, representando 33,3% (n = 3) do total.

Tabela 3 - Distribuição anual dos trabalhos sobre EQV no ENPEC.

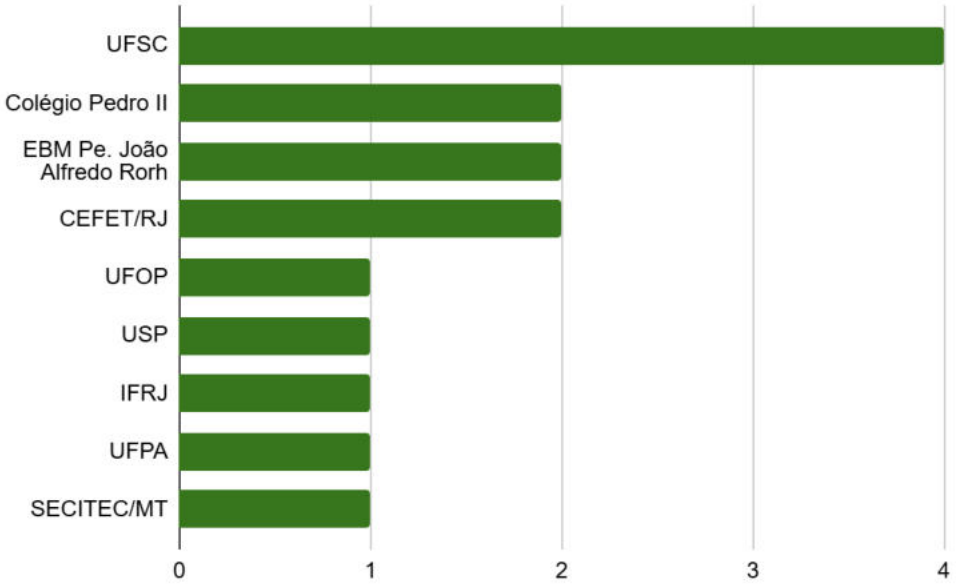
Ano	Número de trabalhos	Percentual
2017	2	22,2 %
2019	3	33,3%
2021	2	22,2%
2023	2	22,2%

Fonte: Autoria própria (2025).

Dessas quatro edições com trabalhos sobre EQV, a de 2019 foi a única realizada no Nordeste, enquanto as edições de 2017, 2021 e 2023, com 2 trabalhos cada, ocorreram na região Sudeste. Segundo Albuquerque et al. (2005), a predominância de instituições do Sudeste como sede de eventos deve-se às disparidades na distribuição de recursos científicos e tecnológicos. Sidone et al. (2016) destacam também que a região concentra o maior número de pesquisadores no Brasil, o que contribui para seu destaque na publicação de trabalhos em periódicos internacionais.

Os resultados da pesquisa indicam que o professor Dr. Carlos Alberto Marques, um dos pioneiros nas pesquisas sobre EQV e na formação de professores no Brasil, se destaca como o principal autor da área. Essa alta produtividade científica pode ser justificada pela Lei de Lotka, que sugere que poucos autores são responsáveis por uma quantidade significativa das publicações, enquanto a maioria contribui com um número menor de artigos. O Dr. Marques, com sua vasta produção e colaboração com o "Grupo de Investigação no Ensino de Química" (GIEQ) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), segue esse padrão, evidenciando sua liderança na área. Conforme ilustrado na Figura 6, a UFSC, por sua vez, também se destaca, com 44,4% do total de publicações, o que reflete a concentração de produção científica em instituições com autores altamente produtivos, corroborando a distribuição observada pela Lei de Lotka. Assim, tanto o autor quanto a instituição são representações típicas dessa distribuição desigual de produtividade científica, em que uma pequena quantidade de pesquisadores e instituições é responsável por uma parte significativa da produção acadêmica.

Figura 6 - Distribuição por instituição dos trabalhos sobre EQV no ENPEC.



Fonte: Autoria própria (2025).

A Figura 6 também destaca a presença do Colégio Pedro II, da Escola Básica Municipal Padre João Alfredo Rohr e do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET), responsáveis por 22,2% das publicações. Esse fato está relacionado à atuação de importantes pesquisadores nessas instituições, como a professora Franciani Becker Roloff, do GIEQ da UFSC, e a professora Júlia Damazio Bouzon, do Colégio Pedro II, que também mantém vínculo com o CEFET/RJ, onde atuam os professores Álvaro Chrispino e Juliana Barreto Brandão, com publicações recentes na EQV (Brandão et al., 2021; Bouzon et al., 2023).

A análise das regiões brasileiras, baseada nas filiações dos autores, revelou que 55,5% das publicações são provenientes da região Sudeste, seguida pela região Sul, com 44,4%. As regiões Centro-Oeste e Norte apresentaram 11,1% cada, enquanto a região Nordeste não registrou nenhuma publicação. Segundo Alves e Mello (2016), esse destaque das regiões Sudeste e Sul pode ser atribuído à concentração de instituições e grupos de pesquisa nessas áreas, em comparação com as demais regiões.

5.4 Quantitativo de pesquisas em EQV na RASBQ

A Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ) é promovida pela SBQ e é considerada o maior evento de sua área na América Latina (SBQ, 2025). Sua

primeira edição ocorreu em 1978, em São Paulo/SP. Contudo, ao consultar as edições da RASBQ, constatou-se que os anais da primeira edição, realizada em 1978, até a vigésima oitava, realizada em 2005, não estão disponíveis para consulta.

Por meio de buscas realizadas nos anais da RASBQ, utilizando os descritores “verde” e “green”, foram inicialmente encontrados 273 trabalhos. Após análise documental, 234 foram descartados por não abordarem diretamente a EQV, sendo relacionados a temas como frutas/folhas verdes, análises de municípios com “Verde” no nome e trabalhos de Química dura sem conexão explícita com estudos/investigações educacionais. Ao final, apenas 36 trabalhos sobre EQV foram selecionados. Os resultados da seleção dos trabalhos publicados nos anais da RASBQ estão apresentados na Tabela 4, que mostra a quantidade de trabalhos encontrados por evento/ano e sua percentagem em relação ao total. Nota-se que apenas a partir de 2006 foram identificados trabalhos relacionados à EQV.

Tabela 4 - Distribuição anual dos trabalhos sobre EQV na RASBQ.

Ano	Número de trabalhos	Percentual
2007	1	2,8%
2009	1	2,8%
2010	2	5,6%
2011	4	11,1%
2012	3	8,3%
2014	6	16,6%
2015	3	8,3%
2016	3	8,3%
2018	2	5,6%
2019	4	11,1%
2021	2	5,6%
2022	1	2,8%
2023	1	2,8%
2024	3	8,3%

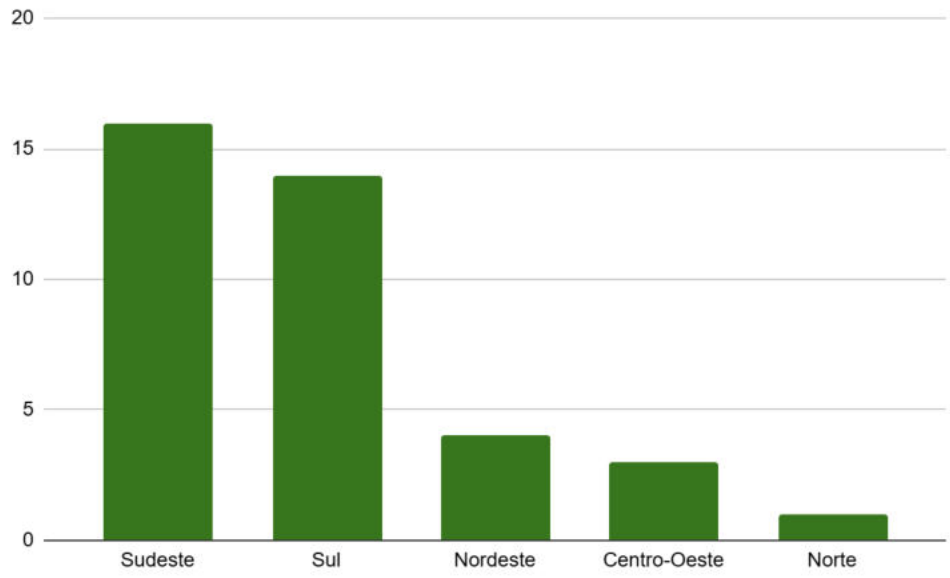
Fonte: Autoria própria (2025).

O levantamento dos trabalhos apresentados na RASBQ revela que, nos anos de 2007 e 2009, os primeiros estudos sobre EQV mantiveram-se constantes, com apenas uma

produção por ano. De acordo com a literatura, as primeiras publicações sobre EQV no Brasil datam de 2007 (Coelho; Marques, 2007; Marques et al., 2007). Em 2010, observou-se um aumento, com o dobro de publicações em relação ao ano anterior. Esse crescimento continuou de 2012 a 2014, sendo este último o ano com o maior número de trabalhos sobre a temática. No entanto, na edição de 2016, houve uma queda no número de apresentações. Nas edições subsequentes, de 2018 e 2019, a quantidade de trabalhos manteve-se dentro da média das edições anteriores. Nos anos de 2022 e 2023, o número de trabalhos voltou a ser baixo, com apenas um trabalho apresentado em cada ano. Já em 2024, observou-se um aumento na produção de trabalhos.

A análise da evolução da produção acadêmica nas cinco regiões brasileiras revela algumas características importantes do sistema científico nacional. Na Figura 7, observa-se a distribuição dos trabalhos por região, destacando a região Sudeste com 44% do total das publicações, seguida pela região Sul com 39%. Conforme Suzigan e Albuquerque (2011), as regiões Sudeste e Sul são favorecidas pela concentração de universidades e institutos de pesquisa, que se desenvolveram mais cedo em comparação com as demais regiões. Por sua vez, Sidone et al. (2016) concluíram que o destaque dessas regiões está relacionado ao financiamento de importantes agências de fomento, como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Em contraste, as regiões Centro-Oeste e Norte apresentaram apenas 8% e 3% do total das publicações, figurando como as menos produtivas no evento.

Figura 7 - Distribuição de trabalhos sobre QV por regiões brasileiras.

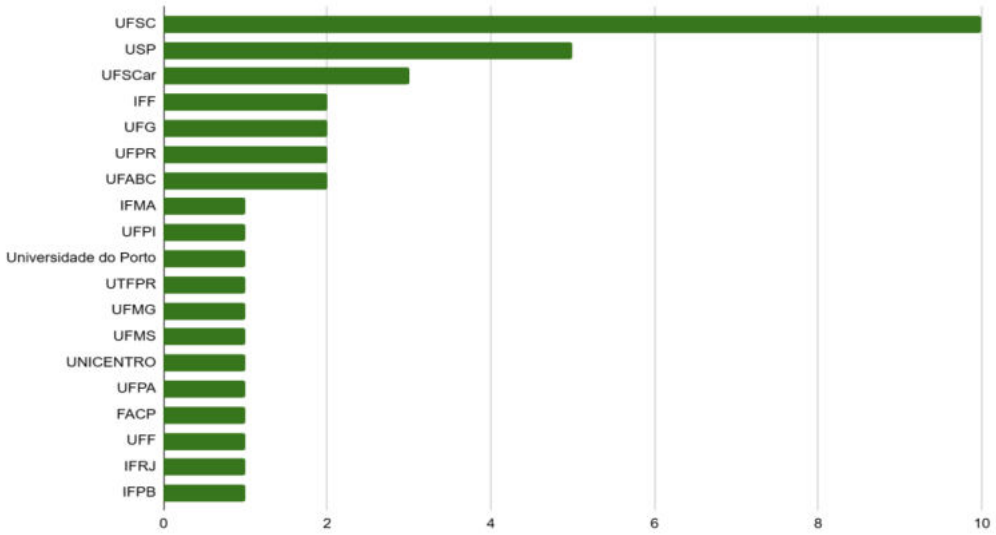


Fonte: Autoria própria (2025).

Em relação ao indicador de autoria, a análise foi focada nos quatro autores que mais se destacaram na produção acadêmica do evento. Em primeiro lugar, está o professor Dr. Carlos Alberto Marques, com 28% (n = 10) do total das publicações, seguido pela professora Erica Daiane Souza Dias, com 11% (n = 4). Os professores Leonardo Victor Marcelino, Vânia Gomes Zuin e Franciane Becker Roloff aparecem em seguida, com 8% (n = 3) cada. Conforme Oliveira e Grácio (2011, p. 20), "o indicador básico de produção é constituído pela contagem do número de publicações do pesquisador, que, por meio de sua produtividade, busca refletir o impacto junto à comunidade científica a qual pertence."

Quanto ao indicador de universidades, conforme ilustrado na Figura 8, a UFSC se destaca com 28% do total de trabalhos publicados, tendo como pesquisador principal o Dr. Carlos Alberto Marques, que leciona tanto na graduação quanto na pós-graduação. O professor Marques coordena diversos projetos sobre a EQV. Em segundo lugar, aparece a USP, com 14% das publicações. Em comemoração aos 20 anos da Química Ambiental, o Instituto de Química (IQ) da USP lançou um número especial da revista Alquimista dedicado à temática da QV, como forma de promover o conhecimento e a divulgação científica gerados na área (CRQ, 2023). Vale ressaltar também a participação internacional no evento, com contribuições da Universidade do Porto, Portugal, onde pesquisadores também publicaram sobre a temática.

Figura 8 - Distribuição por instituição dos trabalhos sobre EQV na RASBQ.



Fonte: Autoria própria (2025).

5.5 Quantitativo dos autores e palavras-chave dos eventos

Na Cienciometria, os indicadores de autoria são determinados por três sistemas de contagem, com o objetivo de avaliar a contribuição dos autores: a "contagem direta", que considera apenas os autores principais; a "contagem completa", que inclui tanto os autores principais quanto os coautores; e a "contagem ajustada", que é realizada de forma fracionada, levando em conta as contribuições específicas de cada autor (Alvarado, 2009). Para esta análise, optou-se por utilizar a contagem completa, visto que ela permite uma avaliação mais global.

Na pesquisa, destacamos alguns resultados que chamaram atenção. Dos 126 trabalhos selecionados sobre EQV nos quatro eventos, existem 298 diferentes autores que escreveram sobre o tema. Desse total, observa-se que sua maioria são de autores "transeuntes", os quais contribuíram apenas com um ou dois trabalhos (Alvarado, 2009). Na Tabela 5, verifica-se a frequência das contribuições dos autores principais e coautores, isto é, a "contagem completa" (Alvarado, 2009). Constatou-se que as contribuições unitárias foram as mais recorrentes, pois 75,2% dos autores contribuíram com apenas um trabalho e 15,4% dos autores contribuíram com dois trabalhos. A média de produtividade dos autores foi de 1,6.

Tabela 5 - Frequência das contribuições dos autores principais e coautores (contagem completa).

Contribuição em número de trabalhos (x)	Quantidade de autores (y)	Quantidade de trabalhos (x.y)	∑ x.y	Quantidade de autores (%)	∑ (% de autores)	Quantidade de trabalhos (% de x.y)	∑ (% de trabalhos)
1	224	224	224	75,2%	75,2%	47%	47%
2	46	92	316	15,4%	91%	19%	67%
3	13	39	355	4,4%	95%	8%	75%
4	6	24	379	2,0%	97%	5%	80%
5	1	5	384	0,3%	97%	1%	81%
6	1	6	390	0,3%	98%	1%	82%
7	1	7	397	0,3%	98%	2%	84%
9	3	27	424	1%	99%	6%	89%
11	1	11	435	0,3%	99%	2%	92%
17	1	17	452	0,3%	99%	4%	95%
22	1	22	474	0,3%	100%	5%	100%
TOTAL	298	474	-	100%	-	-	-

Fonte: Autoria própria (2025).

Conforme Alvarado (2009), foram identificadas quatro categorias de produtividade dos autores, baseadas no número de trabalhos apresentados: “grandes produtores”, com dez ou mais trabalhos; “produtores moderados”, com cinco a nove trabalhos; “produtores aspirantes”, com três a quatro trabalhos; e “produtores transeuntes”, com um ou dois trabalhos.

Com base nessa classificação, na Lei de Lotka, que está relacionada à produtividade dos autores, e nos estudos de Spinak (1998), Guesdes e Borschiver (2005), Alvarado (2002, 2006, 2009) e Yildiz (2024), foi elaborada a Tabela 6, que apresenta os dados dos autores segundo a “contagem completa”. A tabela permite identificar os dez autores mais produtivos, conforme a classificação estabelecida.

Tabela 6 - Autores mais produtivos sobre a EQV.

Ranking	Autores	Quantidade de trabalhos	Quantidade de trabalhos (%)
1º	MARQUES, C. A.	22	17,5%
2º	DA SILVA JÚNIOR, C. A.	17	13,5%
3º	DIAS, E. D. S.	11	9%
4º	ROLOFF, F. B.	9	7,1%
5º	MARCELINO, L. V.	9	7,1%
6º	SANDRI, M. C. M.	9	7,1%
7º	ALMEIDA, Q, A. R.	7	5,6%
8º	MARTINS, J. M.	6	5%
9º	NICIOLI, C. E.	5	4%
10º	FERREIRA, L. N. A.	4	3,2%

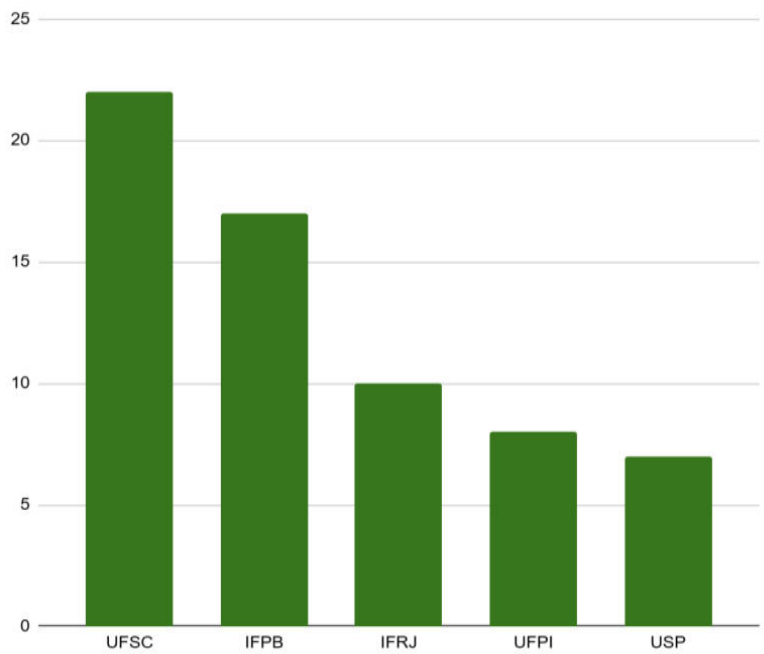
Fonte: Autoria própria (2025).

Na Tabela 6, destacam-se Marques, Da Silva Júnior e Dias como os maiores contribuintes, com 17,5%, 13,5% e 9% do total de todas as publicações, respectivamente. A contribuição desses autores se dá principalmente por meio da orientação e/ou colaboração em trabalhos de outros pesquisadores na área de EQV. Além disso, esses autores são reconhecidos como referências na EQV no cenário nacional, especialmente Marques, que tem se destacado por suas diversas contribuições ao ensino e à formação de professores em QV. Segundo Yildiz et al. (2024, p. 254), “essas análises refletem não

apenas sua produção prolífica, mas também as altas taxas de citação de suas publicações, indicando que sua pesquisa é amplamente reconhecida e influente". Seis autores apresentados na Tabela 6 são considerados como "produtores moderados". Embora pequeno núcleo de autores tenha colaborado regularmente neste campo, a maior parte deles ainda é de iniciantes na pesquisa deste assunto (Alvarado, 2009).

Na Figura 9, apresenta-se o quantitativo das cinco universidades mais produtivas nos eventos, destacando-se a UFSC, com 17,5% do total de publicações. Em segundo lugar, encontra-se o IFPB, com 13,5%. Um dado relevante é que essas duas instituições abrigam os dois autores mais produtivos dos eventos. Segundo Alvarado (2009), os autores mais produtivos podem ser caracterizados por uma maior especialização ou interesse em linhas de pesquisa específicas dentro de poucas subdisciplinas. Em terceiro lugar, destaca-se o IFRJ, com 7,9% do total de publicações. O IFRJ também conta com a professora Dra. Almeida, vinculada à instituição, entre os pesquisadores mais produtivos dos eventos.

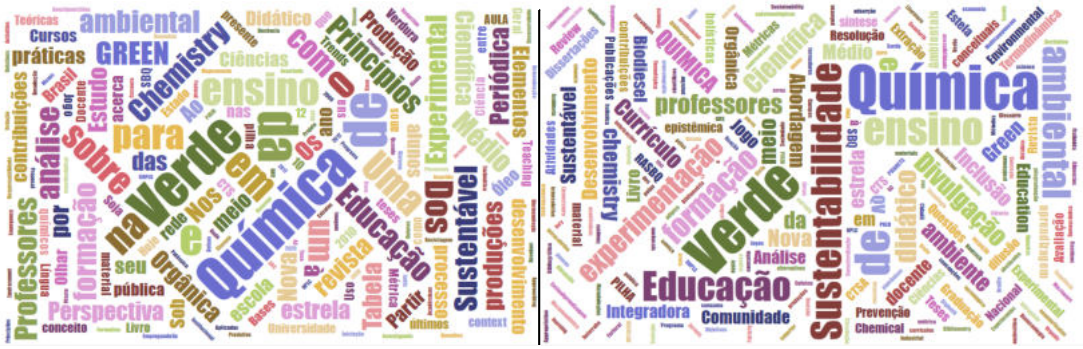
Figura 9 - As cinco instituições mais produtivas sobre EQV.



Fonte: Autoria própria (2025).

As Figuras 10a e 10b apresentam, respectivamente, os termos mais utilizados pelos autores nos títulos e nas palavras-chave dos trabalhos selecionados dos quatro eventos. Observa-se que os termos mais recorrentes nos títulos e palavras-chave foram "ensino", "química" e "verde", todos diretamente relacionados à EQV.

Figura 10 - Nuvens de palavras para os títulos (a) e as palavras-chave (b) dos trabalhos sobre EQV.



(a) **(b)**

Fonte: Autoria própria (2025).

A distribuição observada dos termos segue um padrão que pode ser explicado pela Lei de Zipf, a qual postula que, em diversos contextos, os elementos mais frequentes (neste caso, palavras) tendem a ocorrer com uma frequência substancialmente maior do que os elementos menos recorrentes (Linders; Louwerse, 2023). Esse comportamento reflete a desigualdade natural na distribuição de palavras, em que um número restrito de termos domina o uso, enquanto a maioria das palavras ocorre com menor frequência. Ao aplicar essa lei à análise dos títulos e palavras-chave, observa-se que termos como “ensino”, “química” e “verde” aparecem com alta frequência, o que evidencia que conceitos da QV, conforme esperado, predominam nas publicações. Em contrapartida, outros termos mais específicos aparecem com menor regularidade. Esse fenômeno aponta para uma concentração no uso de palavras-chave que refletem os conceitos fundamentais da EQV, o que é típico de diversas áreas de estudo, como descrito por Linders e Louwerse (2023) e Bolea et al. (2024), em consonância com a Lei de Zipf.

O presente trabalho surgiu como uma necessidade de levantamento da EQV para identificar o panorama da produção científica atual. A pesquisa realizada apresenta limitações em não conseguir analisar os trabalhos de forma detalhada. Além disso, a pesquisa também apresenta algumas oportunidades para o fortalecimento da EQV, como a integração entre grupos de pesquisa, formação de novos grupos e fomento de pesquisas. Essas tendências têm se mostrado fundamentais para impulsionar o crescimento científico da EQV, como é observado pelos dados das instituições e autores com mais contribuições sobre o tema.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, objetivou-se analisar a produção científica sobre a EQV nos anais de quatro eventos de Ciências/Química. Para tanto, realizou-se um estudo cienciométrico para verificar o avanço dessa área através dos trabalhos publicados desde o início de cada evento, além de um levantamento das publicações por autores/instituições de ensino.

Na busca inicial, encontramos 373 trabalhos, dos quais 126 foram incluídos para análise, por atenderem aos descritores nos títulos e por serem trabalhos sobre a EQV. Dentre os anais investigados, encontramos 42 produções no ENEQ, 39 no SIMPEQUI, 36 na RASBQ, e apenas 9 no ENPEC.

Para o indicador de autoria, identificamos os três autores que mais publicaram na EQV, sendo que os dois primeiros se destacaram de forma mais expressiva nos eventos. Quanto aos autores de produção moderada, foram identificados seis, cuja contribuição variou entre cinco e nove trabalhos. No que tange à contagem total, observamos que 75,2% dos autores estão envolvidos com apenas um trabalho, o que indica a presença de um número significativo de pesquisadores transeuntes, conforme as categorias propostas por Alvarado (2009).

No estudo cienciométrico, mapeou-se as contribuições de diversos autores e instituições, com destaque para a UFSC e o IFPB, que lideram em número de publicações sobre o tema nos eventos. Além disso, identificou-se as palavras mais frequentes nos títulos e palavras-chave, sendo elas: “química”, “verde”, “sustentabilidade”, “ensino”, “educação”.

Por fim, apontamos as pesquisas envolvendo análises cienciométricas como uma possibilidade de se explorar e compreender a produção científica da EQV nos quatro eventos reconhecidos pela comunidade dessa área. A partir dos resultados obtidos, será possível identificar lacunas e aprofundar conceitos e aplicações sobre o tema. Como perspectiva, é imprescindível a realização de estudos minuciosos sobre essas publicações na EQV. Embora o presente estudo indique avanços importantes, observa-se que ainda é necessária a ampliação da produção científica para viabilizar a expansão da EQV.

REFERÊNCIAS

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

ALVARADO, R. U. A Lei de Lotka na bibliometria brasileira. **Ciência da Informação**, v. 31, n.2, p. 14-20, 2002.

ALVARADO, R. U. A produtividade dos autores na literatura de enfermagem: um modelo de aplicação da lei de Lotka. **Informação & Sociedade**, v. 1, n. 1, p. 63-78, 2006.

ALVARADO, R. U. Elitismo na literatura sobre a produtividade dos autores. **Ciência da Informação**, v. 38, n. 2, p. 69-79, 2009.

ALBUQUERQUE, E. M. *et al*. Produção científica e tecnológica das regiões metropolitanas brasileiras. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 9, n. 3, p. 615-642, 2005.

ALVES, M. C. *et al*. Encontros Nacionais de Ensino de Química: mapeando as linhas temáticas dos ENEQ's de 2006 a 2018. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 3, p. 227–241, 2021.

ALVES, A. C. T.; MELLO, I. C. Mapeamento dos grupos de pesquisa em ensino de química por regiões brasileiras: a supremacia do Sudeste. **Scientia Naturalis**, n. 2, p. 339–355, 2019.

ALEXANDRINO, D. M. *et al*. Anais dos ENEQ: o que nos dizem sobre a área de educação em química no Brasil?. **Química Nova**, v. 45, n. 2, p. 249-261, 2022.

ALMEIDA, Q. A. R. *et al*. Química Verde nos cursos de Licenciatura em Química do Brasil: Mapeamento e importância na prática docente. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**. v.15, n. 34, p.178-187, 2019.

ALMEIDA, B. L. Primavera silenciosa (1962): o clássico livro ambiental. **Cadernos de História da Ciência**, v. 17, p. 1-20, 2023.

ANDRADE, R. S.; ZUIN, V. G. A Experimentação na Educação em Química Verde: uma Análise de Propostas Didáticas Desenvolvidas por Licenciandos em Química de uma IES Federal Paulista. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1-22, 2021.

ANDRADE, R. S.; ZUIN, V. G. A Alfabetização Científica em Química Verde e Sustentável. **Educação Química en Punto de Vista**, v. 7, 2023.

BURMEISTER, M.; RAUCH, F.; EILKS, I. Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 13, n. 2, p. 59–68, 2012.

BRANDÃO, J. B. *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 Matemática**, v. 14, p. 59-76, 2018.

BRANDÃO, J. B.; *et al*. Referências Bibliográficas sobre Ensino de Química Verde: análise por meio de rede social. In: **Anais** XIII Encontro Nacional de Pesquisa em

Educação em Ciências, Goiás/GO, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/76134. Acesso em: 23 jan. 2025.

BOUZON, J. D.; *et al*. O impacto do ensino de Química Verde com enfoque CTS na formação continuada de professores. In: **Anais** XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Goiás/GO, 2023. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/92674. Acesso em: 23 jan. 2025.

BOLEA, S. C; *et al*. Some Properties of Zipf's Law and Applications. **Axioms**, v. 13, n. 3, p. 146-159, 2024.

COELHO, J. C.; MARQUES, C. A. A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo **C**om professores de química. **Química Nova na Escola**, v. 25, p. 14-19, 2007.

CORRÊA, A. G.; ZUIN, V. G. **Química Verde: fundamentos e aplicações**. 1ª ed. São Carlos: EdUFSCar, 2012.

CHEN, M.; JERONEN, E.: WANG, A. What Lies Behind Teaching and Learning Green Chemistry to Promote Sustainability Education? A Literature Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 21, p. 1-25, 2020.

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA. Disponível em: https://crqsp.org.br/revista-on-line-da-usp-divulga-a-quimica-verde/. Acesso em: 08 jan. 2025.

COSTA, M. S. *et al*. A Química Verde na Química Nova na Escola (QNEsc): Um levantamento bibliográfico –1995-2022. In.: **Anais** XII Encontro Paulista de Pesquisa em Química, São Paulo/SP, 2023. Disponível em: http://eppeq.ti.srt.ifsp.edu.br/index.php/eppeq/article/view/115. Acesso em: 23 jan. 2025.

DIODATO, V. **Dictionary of Bibliometrics. Binghamton**: Haworth Press, 1994.

DEGN, L. *et al*. Research groups as communities of practice: A case study of four high-performing research groups. **Higher Education**, v. 76, p. 231-246, 2018.

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *et al*. Química Verde e a Tabela Periódica de Anastas e Zimmerman: Tradução e Alinhamentos com o Desenvolvimento Sustentável. **Química Nova**, v. 45, n. 8, p. 1010–1019, 2022.

DA SILVA JÚNIOR, C. A. Triangular Bipyramid Metaphor (TBM): An Imagetic Representation for the Awareness of Inclusion in Chemical Education (ICE). **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 3, p. 10567–10578, 2023.

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *et al*. The Role of the Periodic Table of the Elements of Green and Sustainable Chemistry in a High School Educational Context. **Sustainability**, v. 16, n. 6, p. 2504, 2024a.

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *et al*. Green chemistry for all: three principles of Inclusive Green and Sustainable Chemistry Education. **Pure and Applied Chemistry**, v. 96, n. 9, p. 1299–1311, 2024b.

FARIAS, L. A.; FÁVARO, D. I. T. Vinte anos de Química Verde: Conquistas e Desafios. **Química Nova**, v. 34, n. 6, p. 1089-1093, 2011.

GAITANI, F.; SCHWARTZMAN, J. **Indicadores de produtividade nas Universidades Federais**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; São Paulo: Universidade de São Paulo, NUPES, 1990.

GUEDES, V. L. S.; BORSCHIVER, S. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. In.: **Anais** do VI Encontro Nacional de Ciência da Informação. Salvador/BA, 2005. Disponível em: https://cinform-anteriores.ufba.br/vi_anais/docs/VaniaLSGuedes.pdf. Acesso em: 17 nov. 2024.

GONÇALVES, F. P. *et al*. La dimensión ambiental de la experimentación en la enseñanza de la química: consideraciones sobre el uso de la métrica holística «estrella verde». **Educación Química,** v. 28, n. 2, p. 99–106, 2017.

GOMES, L. S. *et al*. Panorama da Inclusão dos Conceitos de Química Verde nas Licenciadoras em Química dos Institutos Federais. **Revista Ambiente & Educação**, v. 27. 1, 2022.

LONDERO, M. A. A. Meio Ambiente: Uma questão de cidadania. **Pós Modernidade Política e Educação**. 1999. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul. Disponível em: https://www.angelfire.com/sk/holgonsi/meioambiente.html. Acesso em: 04 jan. 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. 1, p. 123–129, 2003.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**. n. 136, p. 95-101, 2012.

LINDERS, G. M.; LOUWERSE, M. M. Zipf's law revisited: Spoken dialog, linguistic units, parameters, and the principle of least effort. **Psychonomic Bulletin & Review**, v. 30, p. 77–101, 2023.

MACHADO, A. A. S. C. Da Génese ao Ensino da Química Verde. **Química Nova**, v. 34, n. 3, p. 535-543, 2011.

MANAHAN, S. E. **Química Ambiental**. 9ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

MARQUES, C. A. *et al*. Visões de professores sobre questões ambientais e suas implicações pedagógicas para o ensino de química no ensino médio. **Química Nova**, v. 30, n. 8, págs. 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, p. 19-43, 2018.

MARQUES, C. A. *et al*. Green chemistry teaching: a panorama from Brazilian authors. **ACTIO: Docências em Ciências**, Curitiba, PR, v. 8, n. 3, p. 1-27, 2023.

MELO, E. C.; SOUZA, K. S. Química Verde no Ensino de Química: Uma revisão entre 2011 e 2021 a partir de periódicos científicos. **Research, Society and Development**, v. 11, n.9, 2022.

OLIVEIRA, E, F. T.; GRACIO, M. C. C. Indicadores bibliométricos em ciência da informação: análise dos pesquisadores mais produtivos no tema estudos métricos na base Scopus. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 16, n. 4, p.16-28, 2011.

OLIVEIRA, I. T. *et al*. Pesquisa em ensino de química no Brasil entre 2002 e 2017 a partir de periódicos especializados. **Educação e Pesquisa**, v. 48, 2022.

ROLOFF, F. B.; MARQUES, C. A. Contribuições de produções acadêmicas cursos nacionais de Química Verde e seu ensino. **Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 14. n. 32, p. 78-91, 2018.

SPINAK, E. Indicadores cienciométricos. **Ciências da Informação**, v. 27, p. 141-148, 1998.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. The underestimated role of universities for the Brazilian system of innovation. **Brazilian Journal of Political Economy**, v.31, n.1, p.3-30, 2011.

SIDONE, O, J. G.; HADDAD, E. A.; MENA-CHALCO, J. P. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica. **Transiformação**, v. 28, p. 15-31, 2016.

SANTOS, D. M.; ROYER, M. R. Análise da Percepção dos Alunos sobre a Química Verde e a Educação Ambiental no Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 1, n. 7, p. 142-164, 2018.

SANDRI, M. C. M.; SANTIN FILHO, O. Os modelos de abordagem da Química Verde no ensino de Química. **Educación Química**, v. 30, n. 4, p. 34, 2019.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. Disponível em: https://www.sbq.org.br/reunioes-anuais/. Acesso em: 22 jan. 2025.

TUNDO, P.; *et al*. Synthetic pathways and processes in green chemistry. Introductory overview. **Pure and Applied Chemistry**, v. 72, n. 7, p. 1207-1228, 2000.

TAVARES, M. J. F. *et al*. A Química Verde nos Artigos Publicados na Química Nova na Escola: 2011-2021. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 2, p. 11308-11324, 2022.

VAZ, C. R.; GIROTTO JÚNIOR, G.; PASTRE, J. C. A Adoção da Química Verde no Ensino Superior Brasileiro. **Química Nova**, v. 47, n. 3, p. 1-10, 2024.

URBIZAGASTEGUI, R. A produtividade dos autores sobre a Lei de Lotka. **Ciência da Informação**, v. 37, n. 2, p. 87-102, 2008.

U.S. Environmental Protection Agency. Disponível em: http://www.epa.gov/greenchemistry. Acesso em: 04 jan. 2025.

YILDIZ, M. *et al*. Exploring the Evolution of Nanotechnology Education: Insights from Bibliometric Analysis. **Journal of Chemical Education**, v. 102, p. 253-269, 2024.

Cópia de documento digital impresso por MILENA BEATRIZ (1278813) em 04/04/2025 18:29.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
Campus Sousa - Código INEP: 25018027
Av. Pres. Tancredo Neves, S/N, Jardim Sorrilândia III, CEP 58805-345, Sousa (PB)
CNPJ: 10.783.898/0004-18 - Telefone: None

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Trabalho de Conclusão de Curso

Assunto:	Trabalho de Conclusão de Curso
Assinado por:	Jose Guilherme
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Jose Guilherme Gomes Queiroz**, **DISCENTE (202118740010) DE LICENCIATURA EM QUÍMICA - SOUSA**, em 27/02/2025 18:59:04.

Este documento foi armazenado no SUAP em 27/02/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1406696
Código de Autenticação: 9b44427a45