

Química Verde nos cursos de Licenciatura em Química do Brasil: Mapeamento e importância na prática docente

Green Chemistry in Brazilian lecturer graduation: Mapping and its importance at teaching practice

Queli Aparecida Rodrigues de Almeida¹

Bianca Bassetti Silva²

Geovani Aristeu Lima Silva³

Suelen Stutz Gomes⁴

Thaina Nascimento da Conceição Gomes⁵

Resumo

A filosofia da Química Verde ou Química Sustentável tem como sua definição a criação, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos a fim de reduzir e eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas. Um curso de licenciatura em química visa formar profissionais que atuarão diretamente na formação de pessoas conscientes, reflexivas, cidadãos através do espaço escolar. O uso das filosofias da Química Verde nas aulas desses futuros profissionais, são de extrema importância. O objetivo deste trabalho foi obter dados do cenário da educação em Química Verde nos cursos de Licenciatura em Química ofertados nas instituições públicas de ensino superior do país.

Palavras-chave: química verde; ensino de química, licenciatura em química

Abstract

The philosophy of Green Chemistry or sustainable Chemistry could be described as a creation, development and application of a product or a process in order to reduce or eliminate the use and generation of hazardous materials. The aim of a teacher training or licensing courses is to prepare professionals that will act in the formation of conscientious and reflective citizens through the school environment. Thus, the Green Chemistry philosophy is extremely relevant in these courses. In this way, the aim of this study was to collect data of the scenario of education in Green Chemistry in Licensing Chemistry undergraduate courses offered in public institutions of higher education in the country.

Keywords: green chemistry; chemistry learning; lecturer graduation in chemistry

¹ Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro | queli.passos@ifrj.edu.br

² Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro | biancabs00@hotmail.com

³ Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro | geovaniaristeu@hotmail.com

⁴ Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro | susu_stutz@hotmail.com

⁵ Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro | thai.gomess23@gmail.com

Introdução

Um grande desafio para os químicos atuais é conseguir atingir novos produtos e novas tecnologias sem esquecer do cuidado com o meio ambiente. Existe a necessidade de um contínuo desenvolvimento econômico, social, ambiental e, para tal, é imprescindível uma nova conduta química para o aprimoramento de técnicas e metodologias que gerem a menor quantidade, ou nenhuma, de resíduos e substâncias tóxicas (WARNER; CANNON; DYE, 2004; ANASTAS; WARNER, 2000). A filosofia da Química Verde ou Química Sustentável tem como sua definição a criação, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos a fim de reduzir e eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas (LENARDÃO *et al.*, 2003).

Nos últimos anos, diversos pesquisadores vêm contribuindo significativamente na redução dos riscos associados à produção e utilização de produtos químicos, através de rotas e processos de síntese inovadores, que possuam claras vantagens sobre as metodologias tradicionais; e que também sejam capazes de atingir os mesmos níveis de eficácia gerando uma menor quantidade de resíduos químicos para posterior tratamento (REDCLIFT, 1987; HUTCHINGS, 2007; MANSILA *et al.*, 2014).

A cada ano as publicações relativas à Química Verde estão se expandindo, seja através dos artigos acadêmicos, livros, periódicos e ainda publicações diretas na Internet. Os países estão implantando políticas que fomentam o uso da filosofia em Química Verde, incentivando o uso dessas tecnologias. Além disso a realização de dezenas de eventos anuais abordando a química autossustentável e a tendência mundial em reduzir as emissões industriais, levam a crer que o Brasil deve incentivar cada vez mais essa filosofia (CORRÊA; ZUIN, 2012).

Com os crescentes estudos a respeito dos impactos da atividade humana no planeta, a partir dos anos 90 o espaço escolar foi concebido como um importante local para construção dessas ideias e valores. Na década de 80 - nas conferências internacionais realizadas sobre meio ambiente - e em 1992, quando o estado do Rio de Janeiro foi sede da ECO-92, alguns acordos visando a sustentabilidade para o novo século que estava por vir foram assinados (MORADILLO *et al.*, 2004). Em 1999 foi criada a lei da obrigatoriedade da inclusão da Educação Ambiental no ensino do país. Até o presente momento, diversos níveis de ensino se adaptaram para incluir este novo tópico. Nos cursos de Química do ensino superior brasileiro, a educação ambiental proposta na década de 90 se manifesta como a disciplina Química ambiental ou Ciências ambientais - ou ainda Química do Meio ambiente. Estas disciplinas estão presentes em quase todas as grades curriculares dos cursos superiores em Química, seja ele na modalidade Bacharel ou Licenciatura.

A Química é sobretudo uma ciência experimental. Através das atividades químicas nos laboratórios das universidades é possível conduzir a realização de experimentos para os mais diferentes fins, como demonstrar um fenômeno, construir um conceito, testar hipóteses e até mesmo ilustrar um princípio teórico utilizando os conceitos da Química Verde. Através de propostas investigativas tem-se a intenção, por meio do procedimento experimental integrado à discussão teórica, sensibilizar os licenciandos de química para as relações do empreendimento tecnológico e científico, bem como seus produtos com as questões ambientais, considerando o movimento da Química Verde e a formação inicial de professores no contexto brasileiro (FERREIRA; HARTWIG; OLIVEIRA, 2010).

Neste trabalho temos como objetivo a identificação e análise do enfoque dado à Química Verde nos cursos de Licenciatura em Química presentes nas Universidades Públicas do País.

Fundamentação teórica

A Química Verde e sua importância nos cursos de Licenciatura em Química

A Química Verde comumente se define 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 (ANASTAS; WARNER, 1998, p.11).

A Química Verde possui doze tópicos listados abaixo e mostrados de forma resumida na figura 1 que são responsáveis pela busca de uma conduta química mais limpa.



Figura 1. Os doze tópicos da Química Verde, propostos por Anastas e Warner (1998)

- 1. Prevenção:** Evitar a produção de resíduo é melhor do que tratá-lo ou "limpá-lo" após sua geração.
- 2. Economia de Átomos:** Deve-se procurar desenhar metodologias sintéticas que possam maximizar a incorporação de todos os materiais de partida no produto final.
- 3. Síntese de Produtos Menos Perigosos:** Sempre que praticável, a síntese de um produto químico deve utilizar e gerar substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente.
- 4. Desenho de Produtos Seguros:** Os produtos químicos devem ser desenhados de tal modo que realizem a função desejada e ao mesmo tempo não sejam tóxicos.
- 5. Solventes e Auxiliares Mais Seguros:** A utilização de substâncias auxiliares como solventes, agentes de purificação e secantes precisa ser evitada ao máximo; quando inevitável a sua utilização, estas substâncias devem ser inócuas ou facilmente reutilizadas.
- 6. Busca pela Eficiência de Energia:** Os impactos ambientais e econômicos causados pela geração de energia utilizada em um processo químico precisam ser considerados. É necessário o desenvolvimento de processos que ocorram à temperatura e pressão ambientes.

7. **Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima:** O uso de biomassa como matéria-prima deve ser priorizado no desenvolvimento de novas tecnologias e processos.
8. **Evitar a Formação de Derivados:** Processos que envolvem intermediários com grupos bloqueadores, proteção/desproteção, ou qualquer modificação temporária na molécula por processos físicos e/ou químicos devem ser evitados.
9. **Catálise:** O uso de catalisadores deve ser escolhido em substituição aos reagentes estequiométricos.
10. **Produtos Degradáveis:** Os produtos químicos precisam ser projetados para a biocompatibilidade. Após sua utilização não deve permanecer no ambiente, degradando-se em produtos inóculos.
11. **Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição:** O monitoramento e controle em tempo real, dentro do processo, deverão ser viabilizados. A possibilidade de formação de substâncias tóxicas deverá ser detectada antes de sua geração.
12. **Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes:** A escolha de substâncias, bem como sua utilização em um processo químico, devem procurar a minimização do risco de acidentes, como vazamentos, incêndios e explosões (LENARDÃO et al, 2003).

A Química Verde começou a ser introduzida no final dos anos noventa do século passado e difundida de maneira pronunciada desde então. Em um planejamento e estudo químico, quanto mais princípios forem contemplados, maior a contribuição para a diminuição de impactos negativos gerados com a atividade química.

A crescente necessidade de uma prática química que, mediante postura ética, aja de modo a antecipar problemas de poluição no meio ambiente (ANTONIN; MORASHASHI; MALPASS, 2011) justifica o porquê de se inserir Química Verde nos currículos e projetos políticos das graduações voltadas para Química. As instituições de ensino são importantes para o desenvolvimento de ideias. Estes espaços são uma ferramenta para se discutir e formar uma base sólida em Química Verde levando em conta as potencialidades de cada região.

Serrão e Silva descrevem a importância do ensino de Química Verde através dos componentes curriculares das universidades como:

As Instituições de Ensino necessitam ser pioneiras na divulgação da Química Verde, pois a formação de profissionais cada vez mais conscientes dos problemas ambientais e das possíveis soluções, estimulará procedimentos mais limpos, uma menor geração de efluentes, um ganho energético e econômico, a criação de novas metodologias analíticas, a redução da utilização de solventes orgânicos, ou seja, será adquirida uma postura de prevenção à poluição o que por sua vez gera procedimentos químicos seguros, limpos e em consonância com a preservação ambiental (SERRÃO e SILVA, 2010, p. 11).

O processo de difusão desta filosofia na grade curricular é feito lentamente nas universidades brasileiras. As instituições precisam de mudanças estruturais que permitam o questionamento, a revisão e o desenvolvimento de questões epistemológicas, metodológicas, éticas e políticas mais adequadas aos desafios na problemática ambiental (ANTONIN; MORASHASHI; MALPASS, 2011). Pinto e colaboradores defendem:

Os princípios da Química verde, a sustentabilidade e a atuação responsável deverão ser transversais aos novos currículos e às novas estruturas. A Química Verde deve deixar de ser apenas um conceito, para ser uma atitude responsável, em que a

atividade química não agrida o meio ambiente, eliminando-se ou minimizando-se, ao máximo, a produção de rejeitos e de solventes agressivos ao ambiente. Para tanto, precisamos “inocular” nos estudantes e profissionais o comportamento verde (PINTO *et al.*, 2009, p. 568).

A 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. Um curso de bacharel em Química das universidades é um exemplo de espaço formativo em prol das questões sustentáveis da sociedade. Mas, em paralelo à formação de profissionais bacharéis para a Química Verde nas universidades, outra modalidade para formação de profissionais em química também é de suma importância para o futuro: os cursos de licenciatura.

Um curso de Licenciatura em Química visa formar profissionais que atuarão diretamente na formação de pessoas conscientes, reflexivas, cidadãos através do espaço escolar. O uso das filosofias da Química Verde nas aulas desses futuros profissionais, são de extrema importância, podendo ser uma ferramenta de ensino capaz de minimizar o abismo entre os conteúdos ensinados em sala de aula sobre Química e o Meio ambiente (SANTOS; ROYAL, 2018) ; além da própria utilização da ciência e da tecnologia, já que a mesma desperta um grande interesse entre os alunos (ZANDONAI, 2013). Os cenários mais amigáveis em relação à sustentabilidade, passam pela formação de professores de química e a inserção da filosofia verde na trajetória dos licenciandos tem potencial para fazer a diferença e são inúmeras as possibilidades de difusão da Química Verde, dependendo da iniciativa acadêmica.

Química Ambiental versus Química Verde: o que distingue as duas áreas?

Química Ambiental é a ciência que estuda os fenômenos químicos e físicos do meio ambiente, sejam eles naturais ou causadas pelo homem (antropogênico) que comprometem a saúde humana e do planeta (MOZETO *et al.*, 2002). Já a Química Verde, como descrito anteriormente, desenvolve e aplica processos químicos visando a redução ou eliminação de substâncias tóxicas. Ambas tem como objetivo final a sustentabilidade e a preocupação com o meio ambiente, porém existe uma dificuldade muito grande entre os alunos na diferenciação das mesmas e a aplicação em aulas, sejam teóricas ou práticas. É de extrema importância a existência das duas disciplinas nos cursos de Licenciatura em Química, pois ambas se complementam e conduzem à ações científicas ecologicamente corretas.

Metodologia

Inicialmente, para o levantamento dos dados deste trabalho, as instituições de ensino superior (IES) que possuem o curso de Licenciatura em Química foram divididas por regiões onde se encontram no Brasil.

Através de uma análise documental (Lüdke e André, 1986) e ampla pesquisa, as ementas e programas de curso foram encontradas quase como uma totalidade as disciplina: Química Ambiental, Ciências Ambientais ou ainda Educação Ambiental nos cursos de licenciatura pesquisados. Essa pesquisa se deu através das páginas da internet das IES.

Nessas disciplinas citadas, os ementários pesquisados tinham como objetivo transmitir ao aluno os conhecimentos necessários para entendimento das diferentes situações relacionadas entre a química e o meio ambiente, o estudo da atmosfera, contaminação por metais pesados, poluição atmosférica, solos, águas e ecologia.

Resultados e discussão

As pesquisas e análises separadas por região encontram-se a seguir. Apesar de ter grande importância para a sobrevivência do planeta, a Química Verde está muito presente na esfera industrial e muito pouco inserida na área do ensino, reduzida ou associada ao termo Química Ambiental (BRANDÃO *et al.* 2018).

Região Sudeste

Na região sudeste, das 21 IES que oferecem o curso de Licenciatura em Química, apenas 6 possuem disciplinas relacionadas à Química Verde.

Na Universidade Federal Fluminense (UFF), observou-se a disciplina Química Verde como uma disciplina eletiva no campus Volta Redonda e a disciplina Engenharia Verde no campus Niterói, onde problemas ambientais, riscos, leis e regulamentações ambientais são estudadas, assim como o impacto ambiental de processos químicos, aparecendo a Química Verde, como um pequeno tópico nesse ementário. Na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), apenas a disciplina Educação Ambiental é colocada como uma disciplina optativa na grade curricular do curso de licenciatura, onde aspectos históricos, políticos e sociais são estudados, além do conceito do ambiente e educação.

No Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *campus* Duque de Caxias, a disciplina Química Verde é encontrada como uma disciplina optativa, onde a mesma é conduzida de forma teórica e experimental e alguns trabalhos de conclusão de curso já foram elaborados com essa filosofia (ALMEIDA *et al.* 2018). Já no IFRJ *campus* Nilópolis, a disciplina Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) é conduzida como optativa, e a mesma já vem sendo vinculada por alguns pesquisadores que propuseram essa disciplina com algumas atividades relacionadas à Química Verde, para desenvolver cursos de ensino secundário (PANIZZOLO *et al.*, 2012).

No estado de São Paulo, no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) *campus* Catanduva, o curso de Licenciatura em Química possui a disciplina obrigatória Química e Desenvolvimento Sustentável que tem como objetivo caracterizar o que é sustentabilidade, caracterizar a Química verde, discutir as diversas fontes de energia mundiais, suas vantagens e desvantagens, bem como suas relações com os conceitos de sustentabilidade e Química Verde. Na Universidade do ABC *campus* Santo André, a disciplina práticas em Química Verde é obrigatória, sendo observada por muitos licenciandos como de extrema importância a sua formação (ANTONIN; MORASHASHI; MALPASS, 2011).

Por fim na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) *campus* Araras a Química Verde é optativa, porém no *campus* São Carlos, a mesma é obrigatória e a filosofia é extremamente desenvolvida nessa IES, com grupo de estudo e pesquisa em Química Verde, Sustentabilidade e Educação (GPQV-UFSCar) com crescente publicação na área, contribuindo muito para o crescimento da filosofia no país (ZANDONAI *et al.* 2014; ZUIN 2018)

Região Sul

Na região sul do país, em relação a Química Verde nos cursos de Licenciatura em Química, das 25 IES pesquisadas, apenas a Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA) oferece a disciplina Química Verde, como optativa, todas as demais oferecem apenas Química Ambiental como obrigatória ou eletiva. Um estudo de 2008 em cinco universidades dessa região já indicavam que havia pouca articulação entre a Química

e a problemática ambiental, tendo uma formação científica tradicional nos cursos de licenciatura, trabalhando muito pouco as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (LEAL ; MARQUES, 2008).

Deve-se destacar nesta região, o projeto Ensino e a Química Limpa na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), o Grupo de Investigação no Ensino da Química da Universidade Federal de Santa Catarina (GIEQ-UFSC) e o grupo de pesquisa WWVERDE coordenado pelo professor Eder João Lenardão, na Universidade Federal de Pelotas (UFPel), este último possuindo um site com muitas informações sobre o tema e pesquisas desenvolvidas. Todos os estudos citados contribuem para a discussão sobre as práticas em Química Verde para os diferentes profissionais da área da química, inclusive os licenciados .

Região Centro-Oeste

Na região centro-oeste do país, foram encontradas 21 IES que oferecem o curso de Licenciatura em Química, sendo oferecidas como disciplina obrigatória Química Ambiental ou Educação Ambiental nos *campi* das seguintes IES: Universidade Federal de Goiás, Instituto Federal de Goiás, Instituto Federal Goiano e Universidade Federal do Mato Grosso.

Na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, a disciplina Química Ambiental é tida na grade como complementar e no Instituto Federal de Brasília, Universidade Estadual de Goiás e Universidade Federal do Grande Dourados, não faz qualquer menção as disciplinas de Química Ambiental, Educação Ambiental e muito menos Química Verde em suas grades e programas disponibilizados.

Região Norte

Na região norte do país, 18 IES foram encontradas oferecendo o curso de Licenciatura em Química e assim como na região centro-oeste, nenhuma menciona Química Verde em suas grades curriculares, oferecendo apenas Química Ambiental ou Educação Ambiental como obrigatórias ou eletivas. E ainda, a Universidade Federal Oeste do Pará não faz nenhuma menção em sua grade curricular qualquer disciplina vinculada ao meio ambiente.

Região Nordeste

Por fim, na região nordeste, das 32 IES pesquisadas, apenas a Universidade Federal da Bahia no *campus* Ondina possui a disciplina Química Verde como optativa, tendo apenas Química Ambiental como obrigatória ou optativa em todas as demais instituições que possuem o curso de Licenciatura em Química.

Podemos observar na figura 2 abaixo, que a gama de IES onde a Química Verde está incorporada na grade curricular é diminuta.

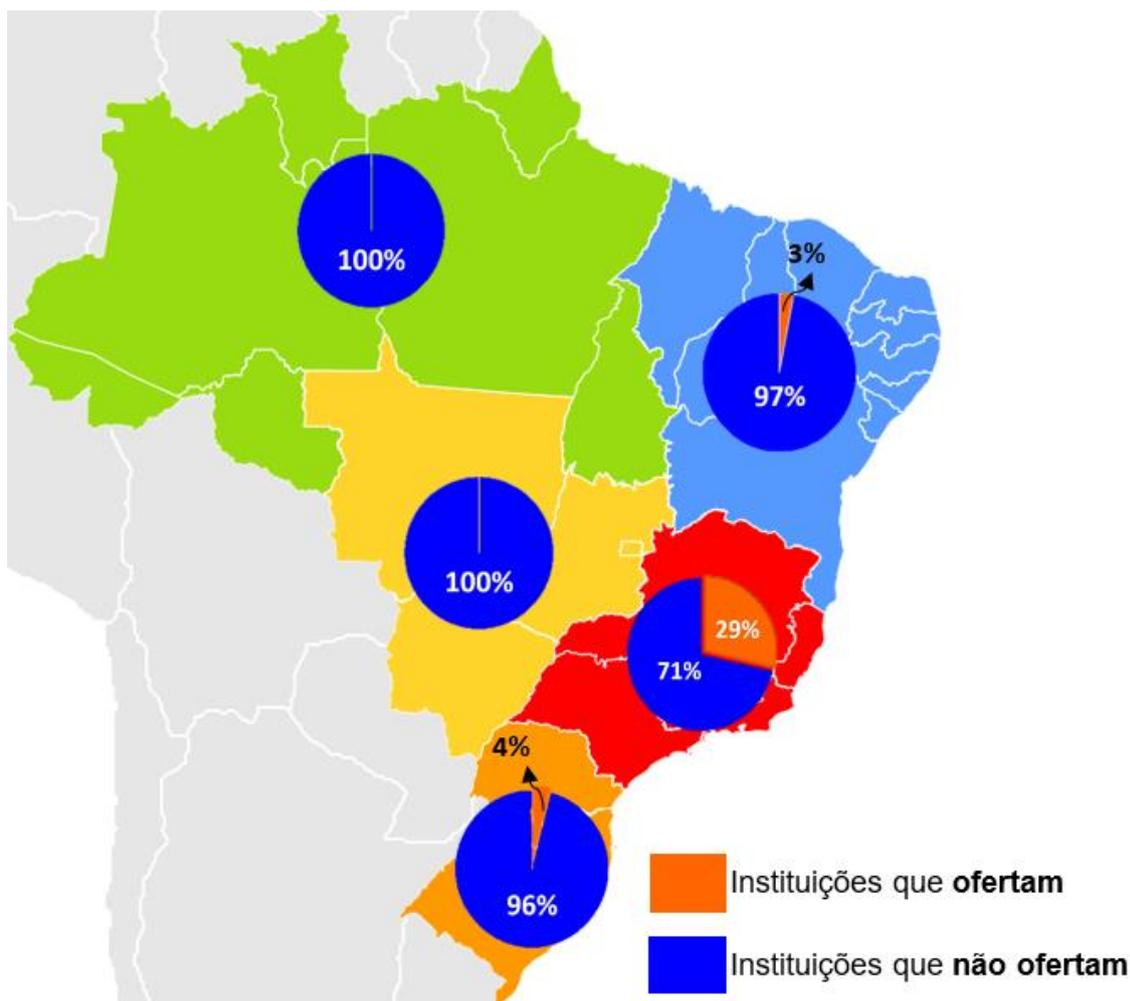


Figura 2: Levantamento por região sobre a presença de disciplinas em Química Verde nos cursos de licenciatura em química pesquisados.

Considerações finais

Após essa pesquisa, podemos observar que as disciplinas que envolvem Química Verde ou os cursos de licenciatura que ofertam essa disciplina separadamente, são extremamente escassos no país. Já as disciplinas de Química Ambiental (que não tem a mesma definição de Química Verde), quando optativas, demonstram que não são vistas como fundamentais para a formação dos futuros professores de química: um conceito totalmente errôneo, já que esse futuro profissional precisa ensinar aos seus alunos cada vez mais as questões sobre meio ambiente e sustentabilidade.

As instituições de ensino necessitam ser pioneiras na divulgação da Química Verde, pois a formação de profissionais cada vez mais conscientes dos problemas ambientais e das possíveis soluções, estimulará procedimentos mais limpos, uma menor geração de efluentes, um ganho energético e econômico, a criação de novas metodologias analíticas, a redução da utilização de solventes orgânicos, ou seja, será adquirida uma postura de prevenção à poluição o que por sua vez gera procedimentos químicos seguros, limpos e em consonância com a preservação ambiental (LOZANO; WATSON, 2013).

A educação ao longo da vida é essencial para fornecer aos cidadãos de todas as idades, conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias a habilitá-los a participar das sociedades. Concomitantemente, a importância da Química Verde é cada vez mais evidente. Encontrar soluções para o paradigma entre a necessidade de consumo dos recursos naturais e sua preservação é um dos papéis importantes da Química Verde de hoje. Todo o investimento na educação deve gerar frutos à sociedade e transmitir os ideais verdes a vários indivíduos em formação só viria a somar na conscientização dos futuros professores – que por sua vez serão também multiplicadores de conhecimento – e quem sabe, construir um amanhã mais sustentável para o Brasil.

Referências

- ALMEIDA, Q.A.R.; SILVA, B.B.; SILVA, G. A. L.; GOMES, S.S.; GOMES, T.C. Oficina temática de experimentos em química: Repensando o ensino de química de forma sustentável. **Revista Extensão e Cidadania**. v.5. n. 9 e n.10, jan/jun. e jul./dez. 2018
- ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Green Chemistry: theory and practice**. Oxford University Press: Great Britain, 2000.
- ANTONIN, V. S.; MORASHASHI, A. C.; MALPASS, G. R. P. Compreensão de alunos de graduação sobre conceitos de Química verde. In: 3º International Workshop Advances in Clear Production. 2011. **Anais eletrônicos...** São Paulo: ACPN, 2011. Disponível em: http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6A/2/Antonin_VS%20-%20Paper%20-%206A2.pdf. Acesso em: 27 de mar. 2018.
- BRANDÃO, J.B.; BOUZON, J.D.; DOS SANTOS, T.C.; PEREIRA, V.; CHRISPINO, A. 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.
- CORRÊA, A. G.; ZUIN, V. G. **Química Verde: Fundamentos e Aplicações**. Edufscar, 2012.
- FERREIRA, I. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32. n. 2. p.101-106, 2010.
- HUTCHINGS, G. J. A golden future for green chemistry. **Catalysis Today**, v. 122. n.3. p. 196–200, 2007.
- Leal A.L.; Marques, C.A. O Conhecimento Químico e a Questão Ambiental na Formação Docente. **Química Nova na Escola**. n. 29. p. 30-33, 2008
- LENARDAO, E. J. WWVERDE. Disponível em <<https://wp.ufpel.edu.br/wwverde/>>. Acesso em: 28 fev. 2018.
- LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; DABDOUB, M. J.; BATISTA, A. C. F.; SILVEIRA, C. da C. "Green chemistry" Os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**. São Paulo, v. 26. n. 1. Jan./Fev. 2003.
- LOZANO, R.; WATSON, M. K. Chemistry Education for Sustainability: Assessing the chemistry curricula at Cardiff University. **Educacion Química**, v. 24. n. 2. p. 184-192, 2013.

- LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MANSILLA, D. S.; MUSCIA, G. C.; UGLIAROLO, E. A. Una fundamentación para la incorporación de la química verde en los currículos de química orgánica. **Educacion Química**, v. 25. n.1. p. 56-59, 2014.
- MORADILLO, E. F.; OKI, M. C. M. Educação ambiental na universidade: construindo possibilidades. **Química Nova**, v. 7. n.2. p. 332-336, 2004.
- MOZETO, A. A.; JARDIM, W. F. A química ambiental no brasil. **Química Nova**, v. 25. n.1. p. 7-11, 2002.
- PANIZZOLO, L.; PISTÓN, M.; TERÁN, M.; TORRE, M. H. **Aportes de la química al mejoramiento de la calidad de vida**. Disponível em < <https://pt.scribd.com/document/133082890/Aporte-de-La-Quimica-Al-Mejoramiento-de-La-Calidad-de-Vida-UNESCO>>. Acesso em: 10 fev. 2019.
- PINTO, A. C.; ZUCCO, C.; ANDRADE, J.B.; VIEIRA, P.C. Recursos Humanos para Novos Cenários. **Química Nova**, v. 32. n.3. p.567-570, 2009.
- REDCLIFT, M. R. **Sustainable Development: Exploring the contradictions**. Routledge, Oxford University Press: New York, 1987.
- SANTOS, D.M.; ROYAL, 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. 4. n. 2. p.142-164, 2018.
- SERRÃO, R. G. S; SILVA, M. D. B. S. A Química Verde presente nos artigos da Revista Química Nova: A divulgação científica dos últimos 10 anos. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 15, 2010, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília: SBQ, 2010. p. 11. Disponível em <http://www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R0184-2.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2019.
- WARNER, J. C.; CANNON, A. S.; DYE, K. M. Environmental impact assessment review. **Green Chemistry**, v. 24. p. 775–799, 2004.
- ZANDONAI, D. P. *et al.* Química Verde e formação de profissionais do campo da química: relato de uma experiência didática para além do laboratório de ensino. **Revista Virtual de Química**, v. 6. n. 1. p. 73-84, 2013.
- ZUIN, V. G. Grupo de estudo e pesquisa em química verde, sustentabilidade e educação. Disponível em: <http://www.gpqv.ufscar.br>. Acesso em 17 out. 2018.