

DOI: 10.46943/IX.CONEDU.2023.GT14.018

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DA APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE COMO UMA FONTE DE ENERGIA SUSTENTÁVEL E RENOVÁVEL

GICELIA MOREIRA

Professora do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal da Paraíba - IFPB, gicelia.moreira@ifpb.edu.br;

CALINE VIEIRA DE SENA TOMÉ

Graduanda do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal da Paraíba - IFPB, caline.sena@academico.ifpb.edu.br;

LUIZ HENRIQUE BATISTA DE ALMEIDA

Graduando do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal da Paraíba - IFPB, luz.almeida@academico.ifpb.edu.br;

NATALINE CANDIDO DA SILVA BARBOSA

Professora da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, natalinelucasluciano@gmail.com

RESUMO

Questões ambientais é um tema muito pertinente quando se trata de meio ambiente e sustentabilidade. Grandes são os estudos que focam questões relacionadas ao meio ambiente e sustentabilidade como linha de pesquisa, onde, na maioria das vezes, à degradação ambiental é um efeito oriundo do próprio homem, seja ele intencional ou não. Muitas são as pesquisas relacionadas a questões ambientais que tentam buscar novas fontes e mecanismos que venham agregar, melhorar e aumentar à preservação ambiental. Para isso, caminhos que vão desde técnicas industriais e até mesmo mecanismos alternativos, tentam melhorar o processo de geração de novos recursos que são menos degradáveis ao meio ambiente e também que sejam renováveis. Diante desta realidade, o presente trabalho, tem por objetivo, analisar projetos que abordam os Princípios da Química Verde em aulas experimentais de escolas públicas do Brasil utilizando material alternativo do cotidiano do aluno e de baixo custo, de forma que estes experimentos proporcionem novas técnicas e fontes que possam ser consideradas

sustentáveis e renováveis. Onde, pesquisas que aplicam os princípios da Química Verde em aulas experimentais, na indústria química, farmacêutica entre outros, foram revisados e discutidos com intuito de proporcionar ao meio ambiente mecanismos e recursos que venha somar de forma que se tenha um ecossistema sustentável e renovável.

Palavras-chave: Meio Ambiente, Experimentos, Química Verde, Aluno, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, as questões ambientais vêm se destacando tanto no âmbito nacional quanto internacional, exigindo dos Chefes de Estado soluções para as demandas e problemáticas relacionadas ao meio ambiente. Onde, várias reuniões têm sido realizadas com pautas relacionadas a redução da emissão de poluentes ou até mesmo o controle da degradação das reservas ambientais. Tais propostas podem ser entendidas como o progresso industrial que capacita futuras gerações a satisfazerem as suas próprias necessidades (SANTOS et al., 2018).

A Química por ser considerada uma ciência central, está relacionada direta ou indiretamente com as questões ambientais, pois nada independe da química, seja natural ou artificial, tudo é formado por matéria. Segundo Ferreira e Medeiros (2021), atualmente, a química pode ser entendida como um campo da ciência que é capaz de desenvolver benefícios e qualidade para a vida do homem. Na química existem substâncias que são benéficas e que são prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente, como por exemplo, o gás oxigênio (O_2), que é essencial para a respiração humana, enquanto que o monóxido de carbono (CO) é um gás poluente que causa danos ao meio ambiente, além de ser altamente perigoso pois quando inalado pelo ser humano substitui as moléculas de oxigênio transportado pelo sangue, diminuindo a quantidade de oxigênio no corpo, podendo gerar desmaios ou até a morte.

Diante desta realidade, mecanismos são desenvolvidos objetivando minimizar ou suprimir os impactos causados por poluentes os quais acabam sendo considerados também um problema de saúde pública e não apenas ambiental. Muitos são os problemas enfrentados por questões ambientais, como por exemplo, contaminação ao solo através de produtos tóxicos, à atmosfera através de poluentes gerados por derivados do petróleo entre outros. Logo, a Química Verde – QV (Subárea da Química), tem por finalidade a implementação de técnicas e princípios que tentam sanar ou melhorar a qualidade atual do meio ambiente. Para isso, foram criados 12 princípios da QV os quais estudam cada setor ambiental com os mesmos objetivos (sustentabilidade, meio ambiente e justiça social).

De acordo com Braun et al. (2006) a Química Verde pode ser mencionada como:

A Química Verde apresenta-se significativa para as Ciências Sustentáveis, baseada na química, no ambiente e na responsabilidade social, ao permitir

um lugar para a criatividade e pesquisas inovadoras, com programas de alcance e abordagens interdisciplinares, iniciativas que recrutem e criem uma comunidade de educadores globais, sendo estas formas pelas quais a percepção social da química possa influenciar positivamente (BRAUN et al., 2006, p. 1129).

Segundo Medeiros (2011), muitas instituições de ensino estão conscientes de que precisam analisar de uma forma mais aprofundada as questões relacionadas ao meio ambiente. Vale salientar que, poucos são os currículos de instituições de ensino básico, tecnológico e até mesmo superior que abordam os pressupostos da Química Verde no ensino de ciências e também, especificamente, no ensino de química, dessa forma, o ensino e aprendizagem de Química Verde é de extrema relevância nas diversas áreas, pois trata do meio ambiente e da sustentabilidade como um todo.

De acordo com Gomes et al. (2018), no ano de 1996, o governo americano instituiu o programa de premiação “*The Presidential Green Chemistry Challenge*” (PGCC), onde, tinha como principal objetivo, premiar pesquisas inovadoras tecnologicamente as quais permitissem reduzir os impactos ambientais dos processos químicos, com foco em três áreas temáticas: vias sintéticas, condições de reação e desenvolvimento de produtos ambientais mais aceitáveis pelo meio ambiente, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1: Desafios da Química Verde



Fonte: Adaptado de Queiroz et al. (2019).

Com grande potencialidade e desenvolvimento, Anastas e Warner (1998), condensaram os conceitos da Química Verde em doze princípios, que visa a concepção de produtos e processos benignos ao meio ambiente, como mestra a Figura 2.

Portanto, com base nos conceitos teóricos e nos princípios da Química Verde, o presente trabalho tem por objetivo relatar pesquisas que abordam os Princípios da Química Verde em aulas experimentais de escolas públicas do Brasil, utilizando material alternativo do cotidiano e de baixo custo.

Figura 2: Os 12 princípios norteadores da Química Verde



Fonte: Adaptado de Gomes et al. (2018).

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

De acordo com o primeiro princípio da Química Verde, que diz que é melhor prevenir a geração de resíduos do que tratá-los após a geração dos mesmos. Resíduos sólidos é um assunto muito importante e agravante quando se fala em meio ambiente e sustentabilidade. O descarte de forma inadequada acaba gerando alto risco a saúde humana e ao meio ambiente. Segundo o Portal de Saneamento Básico - PSB, produtos que deveriam ter um descarte de forma adequada que pudesse gerar um retorno financeiro são lançados em esgotos e em campos abertos que são em seguida queimados contaminando o meio ambiente, vide Figura 3.

Figura 3: Resíduos sólidos urbanos no Brasil: riscos ao meio ambiente e à saúde pública.



Fonte: <https://saneamentobasico.com.br/residuos-solidos/residuos-solidos-urbanos-brasil-riscoso-meio-ambiente-saude-publica/> Acesso em 21 de agosto de 2022.

Muitas são as formas de descarte de tais resíduos, tanto por instituições de ensino superior como por indústrias químicas, medidas que vão contra o objetivo do primeiro princípio da QV citado anteriormente. Uma vez lançados ou descartados de forma inadequada, pois além de levar um certo tempo para ser descartados de forma adequada, também tem um alto custo financeiro e burocrático, então, nessa perspectiva, é de suma importância abordar esses princípios em estudos da área da química e áreas afins.

Um outro problema enfrentado pelo meio ambiente é a poluição atmosférica causada principalmente por fontes de energia que não são renováveis, o que vai contra o sexto princípio da Química Verde que busca por eficiência, energia limpa e sustentável. Sabe-se, que o petróleo, gás natural, carvão mineral e combustíveis nucleares são os principais exemplos de energia não renovável, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4: Exemplo de situação de energia não renovável.



Fonte: <https://www.fragmaq.com.br/blog/o-que-sao-fontes-de-energia-nao-renovaveis/> , Acesso em 21 de agosto de 2022.

De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, tem-se avaliado várias situações de desgaste ambiental, onde, muitas são as situações que são avaliadas pelo órgão público. Por exemplo, a contaminação de petróleo e seus derivados em água e no solo, esse tipo de problema está relacionado ao oitavo princípio da química verde que trata de evitar a formação de derivados do petróleo através de reações químicas. Por exemplo, um dos maiores desastres ambientais já registrado no Brasil foi um vazamento de óleo em agosto de 2019, que atingiu vários estados nordestinos, sendo os mais atingidos, a Paraíba, Pernambuco e Sergipe. O tempo de propagação do óleo lançado no mar acarretou em grande contaminação ambiental e prejuízo financeiro através da dispersão de derivados de petróleo em corrente marítima, vide Figura 5.

Figura 5: Contaminação ao meio ambiente através de restos dispersos e viscosos de óleo na praia da Pituba, Salvador/BA.



Fonte: <https://brasil.elpais.com/brasil/2019/10/17>. Acesso em 11/12/2019.

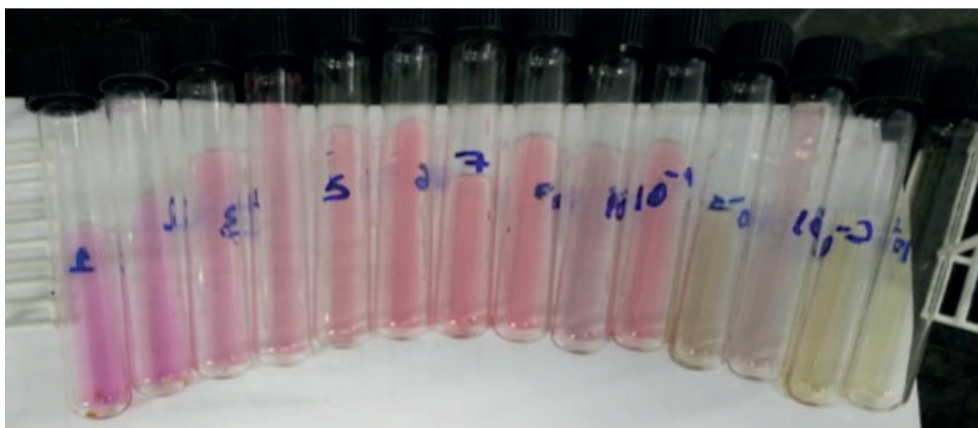
FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA

Muitos são os trabalhos baseados nos princípios da Química Verde como uma forma de prevenir e alertar ao homem sobre os cuidados com o meio ambiente como uma alternativa de prevenção ao meio ambiente. Uma contribuição inicial a ser mencionada é o trabalho de Queiroz et al. (2019), que focaram o primeiro princípio da Química Verde que trata da prevenção, onde, este princípio, afirma que é melhor prevenir a formação de resíduos sólidos do que tratá-los após a sua geração. Os autores propõem a utilização da casca de beterraba e da cenoura que poderiam ir para compostagem, para o uso de extração dos pigmentos em meio a solução aquosa quente e posteriormente utilizar os pigmentos como indicadores de pH, identificando a concentração de íons através de diferentes faixas de coloração que não inviabilizam a utilização da matéria orgânica na compostagem posterior. Diante disto, os autores implicam que a utilização de compostos orgânicos para

processos químicos viabiliza a reutilização de resíduos orgânicos e dessa forma tornar os processos de pH mais baratos e sustentáveis.

Como um dos resultados, os autores observaram que, inicialmente foi feito a aplicação do extrato de betamina, pois apresentou melhor extração que componentes orgânicos em diferentes escalas de pH para poder analisar a coloração. Os autores observaram que o extrato aquoso apresenta faixas de coloração variadas entre rosa, avermelhada e amarelada com um pH voltado mais para o meio ácido. Na faixa de pH de 1 a 3 apresentaram um faixa próximo ao rosa, alterando-se e tornando-se mais claro até o vermelho entre a faixa de pH 4 a 10 com tons alterados em cor amareladas em uma escala de 11 a 14, vide Figura 6.

Figura 6: Mudança de cor em função do pH do indicador natural betamina.



Fonte: Queiroz et al. (2019).

Novaes et al. (2018) relataram em seus estudos a aplicação da Química Verde no setor industrial brasileiro. Os autores relatam que o Brasil aparece em destaque sobre o conhecimento de biodiversidade, sendo (96%) com maior conhecimento sobre o conceito de biodiversidade, seguido da França (95%) e China (94%), considerando que o presente trabalho foi desenvolvido em 2018. De acordo com Croston (2014), seguindo essa linha de pesquisa, as organizações que pretendem sobreviver no futuro não podem levar em consideração apenas fatores econômicos, mas necessitam se planejar assumindo seu papel no desenvolvimento sustentável do planeta seguindo os princípios da Química Verde.

O setor de Construção Civil segue à risca os princípios da Química Verde, como por exemplo, a minimização de uso de recurso e o reuso de recursos, a utilização de materiais ecologicamente sustentável, como por exemplo, concreto com adição de resíduos (pó de pedras da indústria de rochas ornamentais), tintas e vernizes (substituição de solventes orgânicos por água) entre outros.

No setor de cosméticos, em busca de produtos que fossem inovadores e sustentáveis, a bioprospecção de novas moléculas e princípios ativos de componentes da biodiversidade brasileira é uma atividade promissora. Segundo o autor, no setor farmacêutico, o grande desafio atual está na produção de fármacos e de seus intermediários de síntese segura e eficaz, que seja de forma econômica e viável sem causar efeitos contrários ao meio ambiente. Porém, no setor petroquímico, tem-se buscado cada vez mais novas alternativas que envolvam menores impactos ambientais, fazendo o uso de fontes renováveis, plásticos biodegradáveis e bioplásticos.

Andrade e Zuin (2021) avaliaram trabalhos experimentais nos laboratórios de ensino de Química com a inserção da Química Verde em uma escola pública do Estado de São Paulo. A pesquisa analisou práticas experimentais desenvolvidas por estudantes a partir dos Princípios da Educação em Química Verde. Segundo os autores, os Princípios da Educação em Química Verde, com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química, destacam a importância de abordar conteúdos atitudinais no ensino e também conteúdos conceituais e procedimentais. Os autores afirmam que dentre os princípios da Química Verde “Problematização/Contextualização” e “Incentivo à pesquisa” podem ser considerados suficientes para se aplicar a parte técnica da Química Verde de forma experimental.

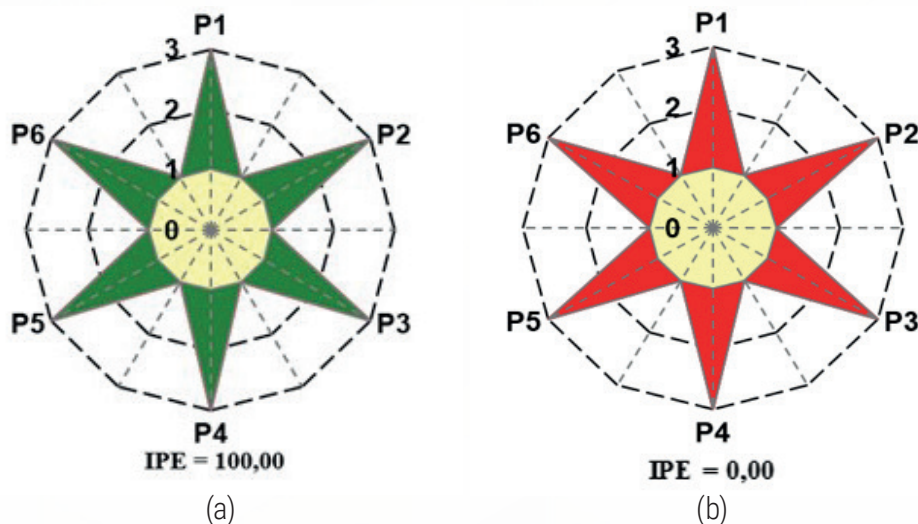
De acordo com Andrade e Zuin (2021):

A aplicação destes princípios, em um movimento de complementariedade, apresenta-se como uma via de reflexão crítica e de desenvolvimento da autonomia durante o processo de aprendizagem e elementos fundamentais para a formação docente, além da consciência socioambiental indispensável para a atuação dos alunos como indivíduos em sociedade (ANDRADE e ZUIN, 2021, p. 4).

De acordo com os autores, para uma visualização qualitativa do grau verde de um experimento de forma didática, permitindo a comparação de duas ou mais práticas, a Estrela Verde da Educação (EVE) é estabelecida a partir da soma dos valores atribuídos a cada princípio da Educação em Química verde, sendo 3 o valor

máximo para cada extremidade, vide Figura 7a e 01 o valor mínimo para cada extremidade, vide Figura 7b.

Figura 7: Estrela Verde da Educação - EVE (a) maior grau verde possível (b) menor grau verde possível



Fonte: Ribeiro et al. (2010); Andrade e Zuin (2021).

Em seus resultados, em relação ao grau verde para os experimentos elaborados pelos discentes, verificou-se que a maioria dos experimentos propostos no trabalho apresentou grau verde considerando o Princípio 1 - P1, onde, esse experimento faz uma ligação com esse princípio em relação a questões sociais, ambientais e tecnológicas por meio da contextualização, colocou os autores. Esse resultado foi satisfatório também devido aos reagentes presentes no experimento que são encontrados no cotidiano do aluno e também de fácil manuseio e acesso.

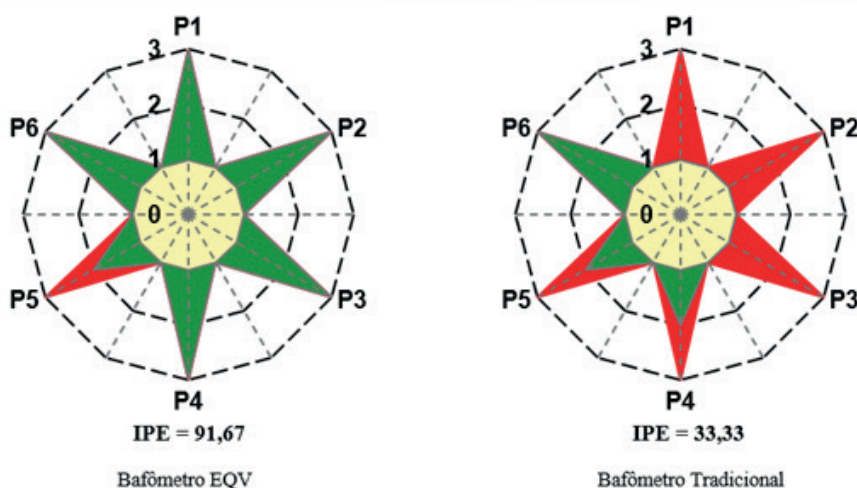
Quando se foi analisado o Princípio 2 - P2, onze propostas experimentais obtiveram o grau verde. Isso mostra o quão é importante a prática experimental em sala de aula, principalmente, quando se trata de meio ambiente e sustentabilidade. Os autores afirmam que, "Esses níveis de abertura requerem do estudante processos cognitivos de compreensão e de aplicação do conhecimento permitindo tomada de decisão quanto à resolução da situação-problema apresentada como ponto inicial do experimento e quanto às conclusões".

Segundo Capecchi (2013) a utilização de práticas experimentais que requer tomada de decisões quanto aos processos e soluções que irão contribuir para que

os alunos tenham uma aprendizagem cooperativa com os outros estudantes e também respeito às diferentes formas de interpretar e pensar. Os autores mencionam que, em contrapartida, três experimentos propostos no ensino de Química Verde devido ao nível de abertura que era baixo, onde esse nível requer por parte dos estudantes apenas processos cognitivos de conhecimento de forma que permitisse apenas a elaborações de conclusões com base em questões conceituais ao realizar os experimentos.

Então, de acordo com os experimentos realizados e analisados no trabalho de Andrade e Zuin (2021), com base nos dados experimentais e também em abordagens tradicionais desses experimentos, onde, são apresentadas Estrelas Verdes da Educação (EVE) e seus respectivos índices de preenchimento para as duas situações. Assim, ao analisarmos as duas situações de grau verde para o preenchimento da Estrela Verde da Educação, onde, os autores observaram que em relação ao Princípio P1, a proposta experimental desenvolvida pelos estudantes recebeu grau verde G1, isso ocorreu devido problematização como propulsora da atividade experimental, segundo os autores, vide Figura 8.

Figura 8: Estrelas Verde da Educação (EVE) de um experimento de bafômetro seguindo os princípios da EQV em comparação à proposta didática tradicional

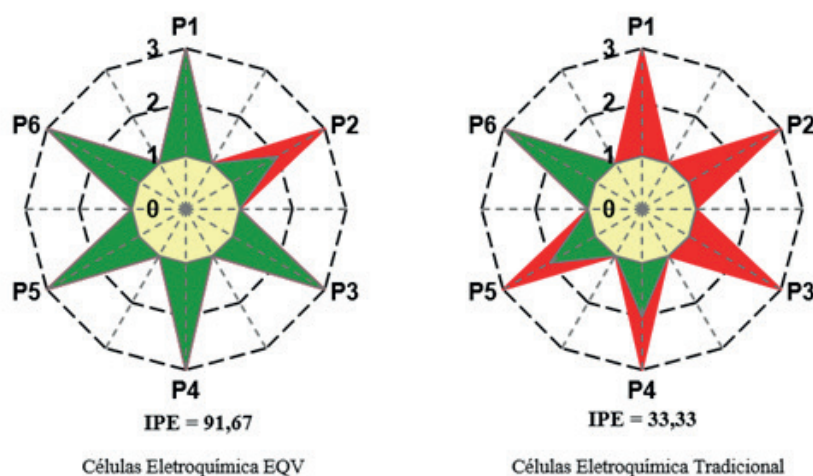


Fonte: Andrade e Zuin (2021).

Ao realizar experimentos a partir do conteúdo de eletroquímica, foi analisado experimentos a “pilha molhada” com o objetivo de analisar o funcionamento

de uma célula eletroquímica e mostrar quais as relações do experimento com o cotidiano dos estudantes. Os autores observaram que para introduzir o conceito de eletroquímica pode-se contribuir para que possa obter um processo didático de experimentação, como pode ser constatado a partir da comparação das Estrelas Verdes da Educação, Figura 9. Foi possível observar também que, ao analisar o primeiro princípio da Química Verde, de acordo com a proposta experimental abordada que era de reagentes e produtos do cotidiano apresentou uma contextualização sobre o funcionamento, aplicação e descarte de células eletroquímicas, obtendo um grau verde G3. No entanto, já para as propostas experimentais tradicionais foi possível verificar grau verde G1, esse resultado ocorreu devido aos aspectos sociais, tecnológicos ou ambientais que enfatizaram apenas a abordagem de conteúdos conceituais.

Figura 9: Estrelas Verde da Educação (EVE) de um experimento de célula eletroquímica seguindo os princípios da EQV em comparação à proposta didática tradicional.



Fonte: Andrade e Zuin (2021).

Também aplicando os princípios da Química Verde em estudos experimentais através de materiais alternativos e de baixo custo, Ventapane e Santos (2021), apresentam o percurso experimental para se obter íons Fe^{3+} e um reagente para detectá-los qualitativamente em água. Os autores utilizaram os reagentes em uma oficina pedagógica voltada para estudantes do ensino básico e também a professores de Química, onde foram abordadas dentro do tema sustentabilidade e questões

sociais. Então, com intuito de propor um reagente dentro de princípios da Química Verde de baixo custo e fácil aquisição de forma que detecte qualitativamente a presença de ferro em água, parte os grupos do projeto universitário avaliaram as melhores condições experimentais que atendessem o objetivo do trabalho do grupo, onde, foi necessário a obtenção de uma fonte de íons Fe^{3+} em um reagente para a detecção desses íons em água.

O preparo da solução para fazer o teste contendo íons Fe^{3+} , deu-se pela utilização de 5 comprimidos comerciais de sulfato ferroso, com cerca de 1,6 g em massa. O corante vermelho da superfície dos comprimidos foi removido cuidadosamente em água corrente.

Posteriormente os comprimidos sem o corante foram macerados e dissolvidos em água até o volume de 100 mL. Com isso, a mistura resultante foi filtrada e o filtrado foi nomeado como solução A, como pode ser observado na Figura 10.

Figura 10: Comprimidos de sulfato ferroso comercial lavados e macerados.



Fonte: Ventapane e Santos (2021)

Solução de íons salicilatos - reagente detector de Fe^{3+} . Após o aquecimento, as soluções foram diluídas para 500 mL em água destilada. A mistura da solução de salicilato com a solução alcalina foi colocada em béquer e aquecida, como pode ser observado na Figura 11.

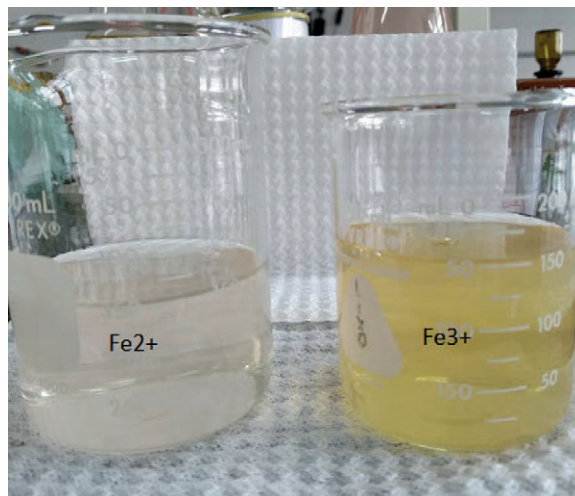
Figura 11: Reação de hidrólise alcalina do AAS. Aquecimento em placa e em lamparina a álcool.



Fonte: Ventapane e Santos (2021)

Os autores observaram que na obtenção de Fe^{3+} , foi possível observar que a solução de Fe^{2+} é incolor e ao ser oxidada, apresentando uma coloração amarelada de Fe^{3+} , Figura 12.

Figura 12: Solução de sulfato ferroso (incolor) e solução de sulfato férrico por reação de Fenton (amarelado).



Fonte: Ventapane e Santos (2021).

CONCLUSÕES

Diante do tema abordado no presente trabalho em relação a aplicações de princípios da Química Verde em aulas experimentais de Química do ensino médio de escolas públicas, pode-se concluir que:

No trabalho de Queiroz et al. (2018), o extrato de betamina se mostrou eficaz para ser utilizado como um indicador ácido-base em aulas práticas de Química, onde, com uma faixa de coloração em diferentes valores de pH, com destaque de soluções com baixos valores de pH, moderados e altos. Outra conclusão importante do trabalho dos autores é da substituição desses compostos que traz uma viabilidade econômica, pois é um material orgânico que normalmente é utilizado em compostagens.

Em relação do trabalho de Novaes et al. (2018), os autores analisaram o desenvolvimento da Química Verde no cenário industrial brasileiro. Foi possível observar que no setor de construção civil a Química Verde tem grande aplicabilidade, começando pelo primeiro princípio que trata da diminuição do uso de recursos e o reuso destes recursos como uma forma de preservação ambiental e sustentabilidade.

No setor farmacêutico, os maiores desafios estão na produção de medicamentos e seus intermediários de forma que venha ter uma síntese segura, eficaz

e economicamente viável sem efeitos colaterais ao meio ambiente. Tornando-se assim, se suma importância o uso de catalisadores, matérias primas-renováveis, solventes, energia sustentável entre outros.

Para o trabalho de Andrade e Zuin (2021) a aplicação dos princípios da Química Verde em aulas experimentais se tornou muito eficaz e didático, trazendo e proporcionando uma aprendizagem significativa de forma que possibilita aos estudantes observar e analisar desafios relacionados a questões econômicas, sociais e ambientais. Porém, os autores colocam que é importante ressaltar que ainda há muito o que se fazer e estudar quando se fala em Educação em Química Verde sob uma perspectiva para um desenvolvimento sustentável em relação ao currículo para a formação de professores e profissionais de química, quando se fala em meio ambiente e cidadania.

Nos experimentos de Ventapane e Santos (2021), os autores observaram que a partir de reagentes comerciais e com base em princípios da Química Verde, os autores conseguiram obter uma fonte de íons Fe^{3+} e também um reagente para detecção desses íons em solução aquosa, que podem ser utilizados em experimentos didáticos-pedagógicos relacionados a questões ambientais e sustentabilidade social.

REFERÊNCIAS

ANASTAS, P. T., & WARNER, J. **Green chemistry: theory and practice**. Oxford University Press. 1998.

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. RBPEC 21/e25960/1-22/. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u13171338>

BRAUN, B. et al. Completing Your Education: Green Chemistry in the Curriculum. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 8, p. 1126-1129, ago. 2006.

CAPECCHI, M. C. V. M. **Problematização no ensino de ciências**. In A. M. P. Carvalho (Org.), Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula (pp. 21-40). Cengage Learning. 2013.

CROSTON, G. Consumo e sustentabilidade no setor de higiene pessoal perfumaria e cosméticos. **III Caderno de Tendências 2014-2015: Higiene Pessoal-Perfumaria e Cosméticos**. BB Editora, São Paulo. 2014.

FERREIRA, P. S.; MEDEIROS, G. R. S. QUÍMICA VERDE: **Uma Abordagem Ambiental Com Licenciandos De Química**. ANAIS do VI Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências. 2021.

GOMES, R. N.; LIMA, P. S.; NOBORU, K. S.; FIDALGO NETO, A. A. **Desenvolvimento da química verde no cenário industrial brasileiro**. *Revista Fitos, Rio de Janeiro. Edição especial, 80-89. 2018.*

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2022. Acesso em 21 de agosto de 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br>

MEDEIROS, B. A. et al. **A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais**. *Revista Faculdade Montes Belos*, v.4, n.1,2011.

RIBEIRO, M. G. T. C., COSTA, D. A., & MACHADO, A. A. S. C. "Green star": a holistic green chemistry metric for evaluation of teaching laboratory experiments. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 3(2), 149–159.2010. <https://doi.org/10.1080/17518251003623376>

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*. 2018.

QUEIROZ, A. G.S.; VIEIRA, V. S.; LIMA, I. S.; SILVA, A. C. **Química Verde: De Resíduo Orgânico Para Indicador De pH**. Anais do I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade e III Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido – CONIMAS. 2019.

VENTAPANE, A. L. S.; SANTOS, P. M. L. **A Aplicação de princípios de Química Verde**

em experimentos didáticos: um reagente de baixo custo e ambientalmente seguro para detecção de íons ferro em água Aplicação de princípios de Química Verde reagente de baixo custo e ambientalmente seguro para detecção. Quím. nova esc. – São Paulo - SP, BR Vol. 43, N° 2, p. 201-205, Mai. 2021. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160253>