

ADSORÇÃO NO TRATAMENTO DE SOLUÇÕES AQUOSAS CONTENDO CORANTES ALIMENTÍCIOS: UMA TEMÁTICA AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA

ADSORPTION IN THE TREATMENT OF AQUEOUS SOLUTIONS CONTAINING FOOD DYES: AN ENVIRONMENTAL THEME IN CHEMISTRY TEACHING

LORENA DE BORTOLI LECCHI DE SOUZA
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

lorenadebortoli@yahoo.com.br

MICHELLE BINS TASSARA FERREIRA
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

michellebinsferreira@gmail.com

JOSELITO NARDY RIBEIRO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

joselito.ribeiro@ufes.br

ARACELI VERÔNICA FLORES NARDY RIBEIRO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

araceli@ifes.edu.br

Resumo: A poluição dos recursos hídricos provocada pelo despejo de efluentes oriundos de indústrias alimentícias representa um grave problema ambiental. Por conseguinte, métodos de tratamento para esses resíduos precisam ser empregados, podendo-se destacar a adsorção com adsorventes naturais como técnica para a remoção desses contaminantes em águas. Com o intuito de contextualizar os conteúdos de química por meio da questão ambiental elucidada, esta pesquisa desenvolveu uma oficina temática por meio da aplicação dos Três Momentos Pedagógicos (3MP). Esta proposta de ensino com enfoque na educação ambiental, propiciou a compreensão de conceitos químicos, viabilizou a integração entre os saberes científicos e os temas ambientais debatidos, e promoveu o uso da experimentação com materiais alternativos como recurso que facilitou a percepção do emprego da teoria na prática, o que estimulou a participação e a criatividade dos alunos.

Palavras-chave: Adsorção. Corantes alimentícios. Bioadsorventes. Ensino de química. Educação ambiental.

Abstract: *The water's pollution resources caused by the discharge of effluents from textile and food industries represents different environmental problem. Therefore, the study of several methodologies for removal of this kind pollutant needs to be realize. The adsorption using natural adsorbents can be highlighted as a technique for removing these contaminants from water. In order to contextualize the chemistry content through the environmental theme elucidated, this research applied the Three Pedagogical Moments (3MP), in which, in the application of knowledge, a thematic experimentation workshop was developed. Through this teaching proposal with a focus on environmental education, the understanding of chemical concepts was promoted, integration between scientific knowledge and the environmental issues debated was made possible, and the use of experimentation with alternative materials was promoted as a resource that facilitated the perception of the use of theory in practice, which stimulated student participation and creativity.*

Keywords: *Adsorption. Bioadsorbent. Food dyes. Chemistry teaching. Environmental education.*

1 INTRODUÇÃO

Buscar diferentes estratégias didáticas que possibilitem que o aluno se importe com o aprendizado em química e perceba a sua conexão com o dia a dia é um dos maiores desafios do ensino desse campo do saber. Sabe-se que, se ensinada de forma desconectada do cotidiano, essa disciplina não se apresenta atrativa para os alunos (LIMA *et al.*; 2018).

Ao refletirem sobre a finalidade da química, Santos e Schnetzler (2014) *apud* Silva, Silva e Silva (2020), refletem que o ensino dessa disciplina não deve consistir na transmissão do conhecimento químico por si só, mas para além disso, deve também contribuir para a constituição de sujeitos aptos a fazerem escolhas responsáveis e praticarem seus direitos e deveres enquanto cidadãos.

Segundo Marcondes (2008), a tarefa de contextualizar o ensino deve ser pautada em responder o que os estudantes têm necessidade de compreender de química para se tornarem melhores cidadãos. Os tópicos trabalhados em sala têm de ser humanos e socialmente significativos para atrair, motivar os educandos e oportunizar uma interpretação mais aprofundada e crítica do mundo.

Silva, Silva e Silva (2020), explicitam que a experimentação como prática pedagógica é capaz de contribuir para que haja a contextualização da teoria. A combinação de ambas pode ser propiciada por meio da realização de oficinas temáticas, com o foco em desenvolver um ensino de química não tradicional. Tais oficinas temáticas propõem atividades fundamentadas em experiências vinculadas por meio de um tema gerador. Assim, essas tarefas projetam a exposição de cenários e desafios, ao buscar incentivar a atuação dinâmica dos educandos (Silva *et al.*, 2007).

O ensino de química proposto mediante a inserção de temas ambientais visa a contextualização do conteúdo por meio do entendimento de como os conceitos químicos podem ser empregados para reduzir os impactos no meio ambiente, incentivando a capacidade de resolução de problemas que envolvam o cotidiano.

Diante do exposto, este trabalho pretendeu contextualizar os conteúdos curriculares dessa disciplina, empregando, para isso, uma proposta de ensino associando a técnica de adsorção à temática

ambiental que versa sobre a poluição de recursos hídricos por efluentes industriais contendo corantes alimentícios. Com o propósito de abordar a importância da utilização de métodos que reduzam a poluição causada por esses compostos, visou-se, assim, que a partir da apropriação dos conceitos químicos, os estudantes desenvolvam o raciocínio crítico acerca de questões que abranjam sustentabilidade, e reflitam a respeito do consumo excessivo de alimentos coloridos. Dessa forma, incentivou-se a formação de alunos protagonistas no processo de ensino-aprendizagem e a preparação para o exercício da cidadania de forma crítica e reflexiva.

2 CORANTES ALIMENTÍCIOS EM ÁGUAS RESIDUAIS E O USO DA ADSORÇÃO COMO MÉTODO DE TRATAMENTO: PROPOSTA DE ENSINO DE QUÍMICA COM TEMÁTICA AMBIENTAL

Os corantes são aditivos alimentícios definidos como qualquer substância que concede melhora ou restabelece a cor dos alimentos (CONSTANT; STRINGHETA; SANDI, 2002). Esses compostos são empregados com o intuito de aumentar a atratividade pelos produtos (SAVARIS, 2021).

No entanto, a liberação de corantes no meio ambiente aquático é um sério problema ambiental (BARROS *et al.*, 2014; FAVERO *et al.*, 2019). Somam-se a isso a eutrofização e a mudança na dinâmica dos organismos aquáticos, visto que prejudicam a passagem de luz solar dificultando a fotossíntese (FRAGA; HARTZ; SCHEEREN, 2021). Sendo assim, tornam-se necessários estudos que visam o desenvolvimento e aperfeiçoamento de metodologias capazes de tratar água contaminada com tais corantes (FAVERO *et al.*, 2019). Dentre tais metodologias, destaca-se a adsorção empregando adsorventes naturais (SILVA *et al.*, 2010). Este tipo de técnica apresenta elevada eficiência adsorptiva, baixo custo e abundância do material (FAGUNDES, 2007; SÁ *et al.*, 2020).

Considerando o panorama enunciado, pôde-se construir uma integração entre a temática ambiental apresentada e o ensino da química, pois a poluição dos recursos hídricos e os possíveis métodos de tratamento de efluentes contaminados com corantes são assuntos de grande relevância na contextualização de conteúdos químicos no Ensino Médio.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a inserção de temas contemporâneos, como a educação ambiental, aos currículos, e, às propostas educativas, compete às instituições

educacionais, dentro de seus domínios de autonomia, e, competência correspondentes (BRASIL, 2018). De acordo com Santos *et al.* (2021), a Educação Ambiental (EA) pode ser proporcionada por meio das aulas de química abordando-se vários tópicos do programa escolar básico, pois esse campo da ciência está relacionado a diversas origens de contaminantes em consequência da ação humana. Estratégias educacionais que se utilizem de temas transversais são essenciais para a incorporação didática entre saúde, meio ambiente e química.

Segundo Wuillda *et al.*, (2017), a EA manifesta-se como um caminho de possibilidades para a promoção de transformações no comportamento das pessoas em relação à natureza. A EA abarca métodos educacionais que têm como foco a preparação de indivíduos analíticos, que procuram a melhoria e a conservação da vida. Assim, o estudante que esteja fundamentado nos conceitos químicos pode se tornar um cidadão com maior capacidade de examinar criticamente as situações cotidianas, sendo, dessa forma, um sujeito habilitado para atuar no mundo de maneira responsável (SANTA MARIA *et al.*, 2002).

3 METODOLOGIA

Este trabalho envolveu uma turma de 1ª série do Ensino Médio de uma escola privada de Vila Velha – Espírito Santo, por meio da elaboração de uma oficina temática baseada nos “Três Momentos Pedagógicos” (3MP) de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009). Os 3MP são divididos em: Problematização inicial (1MP), organização do conhecimento (2MP) e aplicação do conhecimento (3MP). Para isso foi aplicado um questionário pré-teste (PRT) e outro pós-teste (POT) por meio do aplicativo *Google Forms*. Foram elaboradas questões sobre: contaminação da água por corantes, ingestão de corantes alimentícios, adsorção e adsorventes naturais. O questionário PRT foi aplicado na aula 0, antes da metodologia de ensino proposta. Isto foi feito com o intuito de avaliar as concepções prévias dos estudantes acerca da temática. Após a realização da oficina temática, os alunos responderam ao questionário POT contendo as mesmas questões do PRT, a fim de que seus níveis cognitivos alcançados fossem avaliados. Entretanto, foram adicionadas duas questões que diziam respeito à opinião dos discentes acerca do que foi desenvolvido nas aulas.

A proposta metodológica de ensino foi aplicada durante as aulas de química. Foi desenvolvida em cinco aulas de 50 minutos cada. Isto foi feito em consonância com a organização curricular estabelecida pelo material didático adotado pela escola. Os objetos de ensino “separação de misturas e tratamento de águas” foram contextualizados por meio da temática ambiental que teve como foco principal a poluição da água por corantes alimentícios e o uso da adsorção no seu tratamento. No 1MP, foi apresentada aos alunos uma reportagem com o título: “Vazamento de corante deixa córrego que deságua no Rio Paraíba do Sul vermelho”. No 2MP, houve a realização de pesquisas na internet, em grupos, para que os alunos buscassem o embasamento teórico de que precisavam para responder aos questionamentos levantados no 1MP. Essa atividade ocorreu com a mediação da docente, a qual forneceu questões norteadoras e sugeriu sites de busca. Após as pesquisas, os alunos elaboraram um mapa mental. Como culminância do 2MP, a professora regente explicou os conceitos envolvidos, por meio de aula expositiva e dialogada.

A aplicação do conhecimento (3MP) foi realizada em duas aulas de 50 minutos por meio de atividade experimental. Foram criados filtros de adsorção para simular o tratamento de água contaminada com refrigerante de uva (REFUVA) contendo os corantes: azul brilhante (AZB), vermelho 40 (V40) e azorrubina (AZR). Tal atividade contou com o uso de materiais alternativos como seringa plástica; caixa de sapato; brita; cascalho fino; areia; e os adsorventes: carvão ativado comercial; **pó de serragem de madeira**, oriundo de carpintarias da Grande Vitória - Espírito Santo; além de resíduo de malte bruto grosso – granulometria 0,425 - 1,19 mm e fino – granulometria < 0,425 mm. Os dois últimos, provenientes de indústria cervejeira do mesmo estado. Os alunos foram divididos em quatro grupos, onde cada um trabalhou com um adsorvente diferente.

3.1 Materiais para a execução da atividade experimental (3MP)

No quadro 01 estão listados os materiais utilizados na atividade experimental.

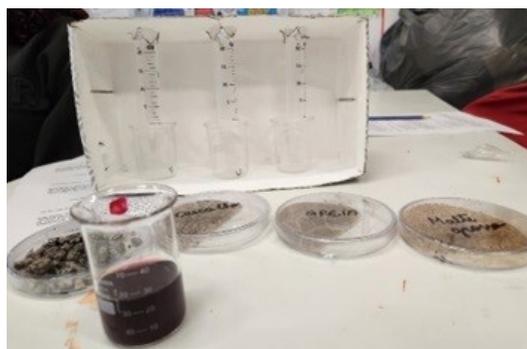
Quadro 01 – Materiais da atividade experimental

Materiais			
Refrigerante de uva (REFUSA)	Malte bruto fino (MBF) granulometria < 0,425 mm	Brita 0 (BR)	Proveta
Caixa de papelão	Malte bruto grosso (MBG) granulometria 0,425-1,19 mm	Cascalho fino (CF)	Cronômetro
Seringa plástica sem agulha 20 mL	Serragem de madeira granulometria 0,425-1,19 mm	Areia (AR)	Béquer 50 mL
Colher de chá	Carvão ativado (CA)	Tubo de ensaio	Rodas das cores de refrigerante de uva

Fonte: Os autores, 2023.

Montou-se para cada grupo um sistema semelhante, mas contendo um tipo diferente de adsorvente, análogo à figura 01:

Figura 01 – Sistema para realização da oficina temática



Fonte: Os autores, 2023.

3.2 Metodologia para execução da atividade experimental (3MP)

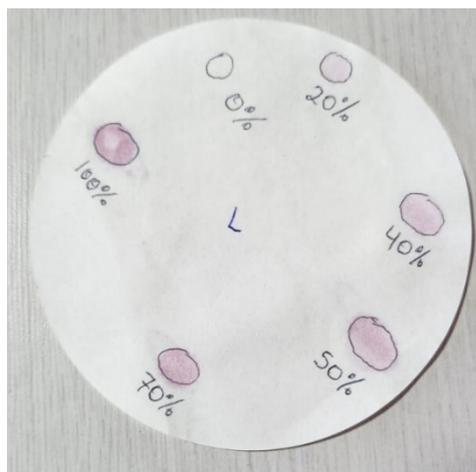
A partir dos sistemas previamente montados (figura 01), a construção dos filtros de adsorção foi realizada por cada grupo de alunos, em triplicata, possibilitando a posterior comparação entre os resultados obtidos. O quadro 02 contém os procedimentos que retratam a montagem e o procedimento experimental. A figura 2 apresenta a roda das cores que foi um material desenvolvido, por meio de ensaios prévios em laboratório de pesquisa, para que os alunos pudessem realizar a comparação visual aproximada da porcentagem de corantes no líquido filtrado. Esta possibilidade de avaliação da porcentagem adsortiva foi criada em função de algumas escolas não possuírem espectrofotômetros. Caso a escola tenha esse equipamento é melhor utilizar, pois apresentará resultados mais precisos.

Quadro 02 – Procedimentos da atividade experimental

Procedimentos
<ol style="list-style-type: none">1. Montagem de coluna: com o auxílio da colher de chá, inseriu-se em cada seringa plástica: BR até a marca de 3 mL; CF até a marca de 4 mL; AR até a marca de 6 mL e adsorvente até a marca de 10 mL.2. Filtração por adsorção: adicionou-se, com auxílio de outra seringa plástica, 10 mL de REFUVA, lentamente, em cada coluna.3. Após adição da primeira gota de REFUVA foi disparado o cronômetro que foi parado ao final do gotejamento.4. Análise: após etapa 3, comparou-se a cor do líquido filtrado com a roda das cores (figura 02), e, determinou-se visualmente a porcentagem de adsorção da mistura de corantes do REFUVA (AZB, V40 e AZR) no adsorvente.5. Calculou-se a vazão do adsorvente por meio da equação 1: $\text{Vazão} = \text{Volume de líquido filtrado (mL)} / \text{tempo (minutos)}$ <p>(Equação 1)</p>

Fonte: Os autores, 2023.

Figura 02 – Roda das cores



Fonte: Os autores, 2023.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico são apresentados os resultados e discussões do 3MP, bem como das concepções dos alunos nos questionários (PRT e POT).

4.1 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

Ao receberem uma amostra do REFUVA, cada grupo trabalhou com um tipo de adsorvente. A figura 03 exibe os resultados obtidos pelos grupos 1 e 2.

Figura 03 – Resultados dos grupos 1 e 2 respectivamente, da esquerda para a direita



Fonte: Os autores, 2023.

O grupo 1 fez o experimento com o CA e percebeu a excelente eficiência de remoção. Verificando a roda das cores, foi possível visualizar 0 % de corantes no filtrado. O grupo 2 utilizou o PSM e observou que a coloração obtida depois da adsorção foi de 100 %, revelando a incapacidade de remoção dos corantes pelo PSM. O grupo 3 empregou o MBG, que revelou baixa capacidade de remoção dos corantes (entre 0 e 20 %). O grupo 4 aplicou o MBF, obtendo um filtrado com cerca de 0% de corantes. Devido à coloração do malte e, à sua menor granulometria, o resultado foi um líquido amarelado (figura 04).

Figura 04 – Resultados dos grupos 3 e 4, respectivamente da esquerda para a direita



Fonte: Os autores, 2023.

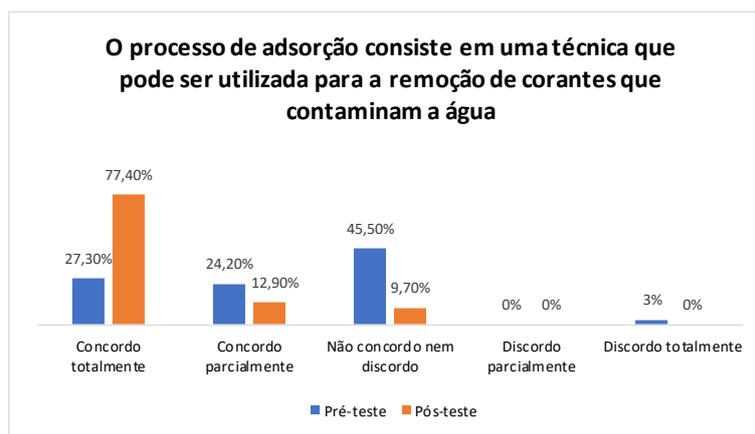
Em seguida os grupos compararam os resultados entre si. O cálculo de vazão possibilitou a reflexão sobre fatores como interação química e porosidade dos adsorventes. Sugeriu-se que aqueles que possuíam maior vazão apresentaram menor capacidade de remoção dos corantes. Foi proposto que a menor granulometria possibilita uma maior interação do adsorvente com o corante, possibilitando

maior eficácia. Esse momento pedagógico propiciou uma discussão sobre a relevância do tratamento de efluentes contaminados com corantes alimentícios, tendo em vista que uma das consequências da presença desses compostos na água é desarranjar o funcionamento da vida aquática. Foi visto na prática que adsorventes naturais podem ser utilizados no método de adsorção dos corantes do REFUVA, mas nem todos, como o PSM possuem essa capacidade. Além disso, mesmo que um adsorvente apresente elevada eficiência, como no caso do malte bruto, o fator granulometria irá influenciar o processo adsortivo. O CA, comumente utilizado em várias estações de tratamento de água, confirmou sua alta capacidade de remoção.

4.2 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES

Inicialmente foi aplicado um questionário PRT e, após o desenvolvimento da metodologia, um questionário POT foi utilizado para verificar as concepções obtidas pelos estudantes, além de atestar o ponto de vista dos discentes sobre a importância da abordagem desse tema nas aulas de química. O total de alunos que respondeu ao PRT e POT, foi de 33 e 31, respectivamente. Para fins de comparação, foram feitas análises da porcentagem de respostas dos estudantes. O gráfico 01 revela o resultado da questão que apresentava a adsorção como uma técnica eficiente na remoção de corantes em água.

Gráfico 01 – Respostas obtidas na questão 5 dos testes de concepções dos alunos



Fonte: Os autores, 2023.

Alguns resultados interessantes podem ser percebidos: as respostas “concordo totalmente” tiveram um aumento de 27,30 % para 77,40 %, já as opções “concordo parcialmente”, “não concordo nem

discordo” e “discordo totalmente” apresentaram diminuição, o que indica que houve um aprendizado a respeito do conceito do método de adsorção após a metodologia de ensino aplicada.

As duas questões a seguir foram feitas apenas no questionário POT, a fim de verificar a opinião dos alunos com relação à metodologia aplicada. Na primeira, foi questionado: “você considera que o ensino de química por meio de temáticas ambientais foi importante para o aumento da sua aprendizagem?” Todos os alunos responderam que sim. Tal resultado está de acordo com Rodrigues (2023), estudo no qual verificou-se que, após a introdução de temas ambientais aos conteúdos programáticos, a aprendizagem em química foi favorecida. Já a segunda questão do POT foi destinada para que os alunos expressassem seus relatos acerca do tema estudado. No quadro 03 consta a transcrição da resposta de um estudante:

Quadro 03– Opinião de um estudante acerca da temática desenvolvida

Estudante X: “Achei muito interessante e importante ver isso na aula de química. É muito curioso ver o corante ficando transparente ao passar pelo carvão por exemplo, e traz uma esperança de que os rios poluídos com corante também possam passar por esse processo, pois esses corantes afetam muito o meio ambiente. Achei muito legal irmos à outra sala e colocar a brita, o cascalho, a areia e vermos qual adsorvente mais funcionava. Vimos que a serragem de madeira é um adsorvente ruim pois o corante continuou com a mesma cor e o carvão é ótimo pois o corante foi perdendo a cor e ficando transparente. É muito interessante observar como a química pode ajudar com problemas como esse e é mais interessante ainda ver que há uma solução para os rios poluídos com corante. A temática é muito interessante e fico muito feliz por termos desenvolvido esse assunto em sala”.

Fonte: Os autores, 2023.

As verificações possibilitadas por meio das respostas dessas duas questões ressaltam a relevância da temática ambiental no ensino de química. Além disso, possibilita a ampliação de uma consciência crítica e reflexiva do estudante enquanto cidadão (Morais, Avelino e Fernandes, 2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da oficina temática empregada nesta pesquisa junto ao público-alvo demonstrou ser uma estratégia educativa satisfatória para a contextualização dos conteúdos “processos de separação de misturas e tratamento de água”, bem como para o enfoque de questões ambientais aliadas a esses conhecimentos.

Ao analisar os resultados dos questionários pré-teste e pós-teste depreendeu-se que, com o desenvolvimento da metodologia de ensino, foram alcançados diversos objetivos educacionais necessários para uma prática pedagógica exitosa. Verificou-se que por meio desta proposta foi possível contribuir para que o discente assimile a função da química como ciência que subsidia o aprendizado necessário para a resolução de problemas que envolvem o meio ambiente, desenvolvendo uma consciência crítica e reflexiva nos estudantes, os quais assumiram uma postura ativa na apropriação dos conhecimentos trabalhados durante os três momentos pedagógicos desta pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a base. Ministério da educação/Secretaria de educação básica. Brasília: Brasil. 2018.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes alimentícios. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 20, n. 2, 2002.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

FAGUNDES, T. **Estudo da interação do polímero quitosana-ferro (III)-R com íons inorgânicos em meio aquoso**. 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)- Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2007.

FAVERO, B. M. *et al.* Análise da degradação do corante alimentício vermelho bordeaux através de processos oxidativos avançados. In: CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE, 30, 2019, São Paulo. **Anais...**São Paulo, 2019. p. 1-10.

FRAGA, K. R. de; HARTZ, T.P.; SCHEEREN, C. W. Processos oxidativos avançados eficientes na degradação de corantes alimentícios. **Brazilian Journals Of Development**, [S.l.], v. 7, n. 5, p. 50161-50171, 2021.

LIMA, M. J. S. *et al.* O uso de oficinas temáticas como ferramenta auxiliadora no ensino de química. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS LICENCIATURAS, 5., 2018, João Pessoa. **Anais...**João Pessoa, 2018.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, n. 1, p.67-77, 2008.

SÁ, M. L. de *et al.* Remoção do alaranjado de metila em meio aquoso por microcristais de h-MoO₃ obtidos pelo método micro-ondas hidrotérmico. **Cerâmica**, [S.l.], v. 66, n. 378, p. 197-207, 2020.

SANTA MARIA, L.C. *et al.* Petróleo: um tema para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, n. 15, p. 19-23, 2002.

SANTOS, A.T. dos *et al.* Environmental Education and Chemistry Instruction: teaching report on pedagogical activities to address curriculum content. **Revista Virtual de Química**, [S.l.], v. 13, n. 3, p. 595-607, 2021.

SAVARIS, D. L. **Hidrogéis de quitosana/PVA reticulados com glutaraldeído para adsorção de corantes**. 2021. 73 f. Dissertação (Mestrado em Química)- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2021.

SILVA, D. P. da *et al.* **Oficinas temáticas no ensino público**: formação continuada de professores. São Paulo. FDE, 2007.

SILVA, F. M. da. *et al.*, Adsorção do corantes têxtil Azul de Remazol R por pseudocaule da bananeira (*Musa sp*)*. **Cadernos de Pesquisa**, v. 17, n. 3, p. 71-77, 2010.

SILVA, R. dos S.; SILVA, M. A. A.; SILVA, J. G. da. Limites e potencialidades de uma oficina temática como estratégia para o ensino de química. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade - Reed**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 207-230, 2020.

WUILLDA, A. C. J. *et al.* Educação ambiental no Ensino de Química: reciclagem de caixas tetra pak® na construção de uma tabela periódica interativa. **Química Nova na Escola**, [S.l.], v. 39, n. 3, p. 268-276, 2017.