



INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS SOUSA
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

**INVESTIGAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS QUE FACILITEM A
REALIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS COM CROMATOGRAFIA EM COLUNA**

Sousa (PB)

2022

ELWIS GONÇALVES DE OLIVEIRA

**INVESTIGAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS QUE FACILITEM A
REALIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS COM CROMATOGRAFIA EM COLUNA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso Superior de Licenciatura
em Química do Instituto Federal da Paraíba,
Campus Sousa, como requisito para obtenção
do título de Licenciando em Química.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Moura
Resende Filho

Sousa (PB)

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

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

O48i Oliveira, Elwis Gonçalves de
Investigação de materiais alternativos que facilitem a
realização de experimentos com cromatografia em coluna / Elwis
Gonçalves de Oliveira, 2022.

38 p.: il.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Moura Resende Filho.
TCC (Licenciatura em Química) - IFPB, 2022.

1. Ensino de química. 2. Cromatografia. 3. Docência – escola
pública. I. Resende Filho, João Batista Moura. II. Título.



Documento 369720

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Investigação de materiais alternativos que facilitem a realização de experimentos com cromatografia em coluna .

Autor(a): Elwis Gonçalves de Oliveira.

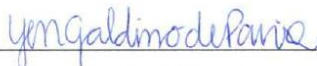
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado(a) em Química.

Aprovado pela Comissão Examinadora em: 22/12/2022.



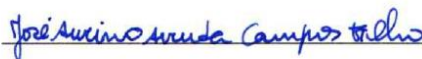
Dr. João Batista Moura de Resende Filho

IFPB – Campus Sousa / Professor(a) Orientador(a)



Dra. Yen Galdino de Paiva

UFPB – Campus João Pessoa / Examinador(a) 1



Me. José Aurino Arruda Campos Filho

IFPB – Campus Sousa / Examinador(a) 2

Dedico este trabalho primeiramente a Deus; depois a mim, para me lembrar da minha força e persistência; e também a minha mãe, pai e irmão, pelo exemplo de força e coragem ao longo da caminhada da vida e da minha formação, por serem o combustível que me motiva para nunca desistir dos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade que me foi dada de realizar esse curso e concluí-lo. Devo tudo o que tenho e o que sou a Ele, pois mesmo diante de todas as dificuldades Ele me amparou, me reanimou e me deu forças para continuar.

Quero agradecer também a minha família, em especial a minha querida mãe Gedilene, meu pai Eduardo e meu irmão Elton por sempre está me dando forças e por todo o apoio, arriscando também suas vidas para me pegar tarde da noite no ponto de ônibus durante todos esses anos; por me apoiar durante as perdas que tive nesse processo de formação que valeram a pena. Também agradeço a meus avôs, principalmente minha avó Maria do Socorro, mulher com temperamento difícil, porém exemplar, e com muitas outras qualidades, que sempre quis me ver formado, e sei que, se ela estivesse aqui entre nós, estaria muito feliz.

A meu orientador prof. Dr. João Batista Moura Resende Filho e ao professor Me. Pedro Nogueira da Silva Neto, que tenho como inspiração tanto como pessoa, mas também como profissional e que foi a pessoa que me inspirou a trabalhar com esse tema. Obrigado a todos os professores pelos incentivos, apoio e ensinamentos.

Aos meus colegas de turma que fizeram parte desse processo, em que sofremos e aprendemos juntos, mas sempre demos apoio um ao outro e criamos relações de amizade, não só na faculdade, mas para a vida toda, especialmente Victória, Lucas Augusto, José Manuel, Francisco Mateus, Francisco Antônio e Francisco Ferreira.

Ao pastor Almir Pereira dos Santos, meu pastor e chefe de trabalho que me apoiou durante todo esse tempo com compreensão quando precisei faltar ao trabalho pra fazer as atividades da graduação e dentre outras coisas; que Deus possa o abençoar grandemente.

Agradeço ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB), a todo corpo docente e funcionários que contribuíram para minha formação.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”. (LEONARDO DA VINCI)

RESUMO

A disciplina da química é geralmente encarada como difícil, principalmente quando ela é ministrada ainda de forma mais tradicional e é reconhecida dessa forma quando se deixa de realizar procedimentos experimentais que facilitem o ensino-aprendizado e promova mais interesse do alunado em participar das aulas por não existirem laboratórios na maioria das escolas, principalmente em escolas públicas. Em relação a esse problema, existem diversas formas de desenvolvimento de atividades experimentais usando meios alternativos, onde essas formas substituem o convencional praticado em laboratórios e dão a oportunidade de executar esses procedimentos, seja em qualquer ambiente. Esse trabalho aborda uma proposta de execução da cromatografia de forma alternativa, que é um processo experimental onde somente é realizado em laboratórios mas que tem possibilidade de ser contextualizado com diversos conteúdos ensinados na química em todas as séries, sua realização de forma alternativa vem facilitar as estratégias de ensino-aprendizado e gera resultados mais visuais para que os conteúdos sejam bem fixados na mente do alunado, ressaltando que para chegar em um procedimento experimental final que consiga mostrar resultados nesse procedimento cromatográfico proposto, foram feitos muitos testes. Mostra também que o docente não deve se limitar e estagnar em suas dificuldades, mas procurar meios para realizar suas suas atividades de diferentes formas para que seja alcançado um resultado satisfatório em sua prática docente.

Palavras-chaves: Cromatografia, Ensino da química, Materiais Alternativos.

ABSTRACT

The discipline of chemistry is generally seen as difficult, especially when it is taught in a more traditional way, and it is seen in this way when experimental procedures that facilitate teaching-learning and promote more student interest in participating in classes are not carried out. Laboratories exist in most schools, especially in public schools. In view of this problem, there are several ways to develop experimental activities in an alternative way, where these ways replace the more conventional means practiced in the laboratory and give the opportunity to perform these procedures, whether in any environment. This work addresses a proposal for performing chromatography in an alternative way, which is an experimental process where it is only carried out in laboratories but which has the possibility of being contextualized with different contents taught in chemistry in all series, its performance in an alternative way facilitates the form of teaching-learning and generates more visual results so that the contents are well fixed in the student's mind, emphasizing that in order to arrive at a final experimental procedure that can show results in this proposed chromatographic procedure, many tests were carried out. It also shows that teachers should not limit themselves and stagnate in their difficulties, but look for ways to carry out their activities in different ways so that a satisfactory result is achieved in their teaching practice.

Keywords: Chromatography, Chemistry teaching, alternative materials.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Suporte (a esquerda) e coluna cromatográfica (a direita) confeccionados com material alternativo	19
Figura 2 –	Sistema alternativo montado para realização de experimentos com cromatografia em coluna	20
Figura 3 –	Extrato da folha de jurema preta	22
Figura 4 –	(a) Coluna cromatográfica alternativa com areia, álcool isopropílico e o extrato da Jurema Preta. (b) Pigmentos separados na cromatografia	22
Figura 5 –	Pigmentos separados no segundo teste	23
Figura 6 –	Pigmentos separados no terceiro teste	24
Figura 7 –	Pigmentos separados no quarto teste	24
Figura 8 –	Cromatografia alternativa do quinto teste	25
Figura 9 –	(a) Coluna cromatográfica de açúcar e areia compactada com benzina e com o extrato da jurema preta (álcool isopropílico:hexano, 1:1, V/V). (b) Pigmentos separados na coluna cromatográfica do sexto teste	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
1.1	Laboratório com Materiais Alternativos.....	09
1.2	Visão Geral sobre cromatografia	12
1.2.1	CROMATOGRAFIA NO ENSINO MÉDIO: POSSIBILIDADES DE ABORDAGEM	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo Geral	15
2.2	Objetivos Específicos.....	15
3	METODOLOGIA	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
4.1	Adaptação de vidrarias e acessórios	18
4.2	Teste dos materiais alternativos em experimentos cromatográficos.....	20
4.3	Realização dos testes	21
4.4	Análise dos procedimentos realizados	26
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
	REFERÊNCIAS	29
	APÊNDICE	31

1 INTRODUÇÃO

1.1 Laboratório com Materiais Alternativos

A química é conhecida por muitos estudantes como uma disciplina difícil de ser compreendida. Em algumas situações, os discentes, antes mesmo de conhecer a disciplina e começar a estudar seus conceitos, já apresentam um pré-conceito formado em suas mentes de que os assuntos que serão passados são de alto nível e por isso não vão entender; que na química só existem cálculos extensos que preenchem mais de uma folha de papel etc. Esses e outros pré-conceitos acabam criando um bloqueio na mente e gerando falta de interesse sem ter contato com a disciplina (CASTRO; FRASSON COSTA 2011; KIRCHHEIM; ROHWEDER, 2015; SILVA *et al.*, 2018).

Gama (2022) também afirma que:

O ensino da Química ainda é abordado de maneira estritamente tradicional em sala de aula, sendo marcado pelo seu caráter maçante e descontextualizado, pautado em decorar fórmulas e dados sem compreendê-los, conseqüentemente, fazendo com que os alunos se questionem sobre a importância desta Ciência em suas vidas, já que os conteúdos não são trabalhados com base na realidade dos educandos (GAMA, 2022, p. 17).

Outro motivo, que também pode estar relacionado ao quadro exposto anteriormente, pode ser a forma como a disciplina foi abordada no decorrer dos anos do ensino médio, principalmente nos primeiros anos, com a dicotomia entre teoria e prática, gerando um distanciamento entre elas no processo de ensino-aprendizagem de Química o que, por sua vez, pode ter contribuído para a incompreensão e/ou o desinteresse dos discentes (SILVA, 2021).

Professores precisam conciliar teoria com a prática em sua sala de aula, com introdução de metodologias que possibilite ao aluno aprender de maneira fácil e prazerosa. É com essa visão que surge estratégias de envolver os discentes em uma vivência mais próxima das sala de aula, para que desenvolvam por meio da pesquisa, aulas mais contextualizadas e dinâmicas que promovam o interesse do aluno do ensino médio pela disciplina (SILVA, 2021, p. 02).

O ensino de Química costuma ser direcionado por uma estrutura lógica de conteúdos isolados, o que torna o ensino fragmentado e descontextualizado, dando ênfase apenas a fórmulas e equações, fazendo com que a Química seja classificada como uma disciplina decorativa, transmitida tradicionalmente com uso apenas do quadro e do livro didático (LIMA FILHO *et al.*, 2011).

Tendo em vista essa situação, vê-se a necessidade da implementação de novas formas de se trabalhar, criando novas metodologias e atrelando diversos procedimentos

experimentais aos assuntos que são abordados. Dessa forma, um novo aprendizado poderá se desenvolver, cobrindo algumas lacunas que antes eram deixadas e que sempre surgiam na mente do alunado; questionamentos e pensamentos tais como, por exemplo, “não vou usar isso na minha vida” ou “isso não existe ou é impossível de fazer, então não vou prestar atenção”, entre outros.

Um dos motivos agravantes para a não realização das atividades experimentais de Ciências nas instituições educacionais é o alto custo dos materiais, equipamentos laboratoriais e também o fato de alguns educadores se utilizarem destas atividades de forma equivocada, não levando em consideração os importantes indicadores relacionados ao aluno, como o seu conhecimento pessoal dentro da sua perspectiva social e cultural. E por fim terminam não contribuindo para uma aprendizagem significativa, mas sim, para uma mera transmissão de conteúdo (BARBOSA, 2009, p. 02).

Nesse sentido, devem ser pensadas novas estratégias que possam ser inseridas dentro do dia a dia das aulas, que os professores consigam adequar a sua realidade e ao assunto que está sendo abordado, além de considerar que todo aluno tem algum conhecimento prévio que pode ser usado para benefício e desenrolar das aulas. Reconhecer e saber onde esses conhecimentos estão inseridos no dia a dia e conhecer a cultura e costumes dos alunos também poderá favorecer uma aprendizagem mais efetiva nas aulas (RODRIGUES, 2013).

Costa (2013, p. 01) afirma que:

[...] a Química pode ser trabalhada com materiais encontrados e manipulados no dia-a-dia do aluno, sem, contudo, desmerecer a importância do laboratório e de recursos apropriados para este fim. Por isso, que os materiais utilizados são classificados como materiais alternativos.

Grande parte das escolas ainda não são totalmente preparadas para oferecer um ensino de qualidade e dar suporte para os professores. Todavia, a busca para se fazer implementações dentro da forma de ensinar e se trabalhar também deve ser constante, a fim de suprir algumas necessidades e carências dentro das turmas em que cada professor está inserido. O uso de materiais alternativos vem sendo de extrema ajuda, hoje existe uma grande quantidade de artigos, livros, revistas, entre outros materiais que abordam esse assunto e também reforçam sua importância para o meio escolar e para o docente (LIMA, 2004):

A ideia principal da utilização da química experimental no ensino básico é incitar a curiosidade do aluno de modo que ele desenvolva seu senso crítico buscando conhecimento químico capaz de auxiliá-lo em várias situações do dia a dia, dentro e fora da escola (LIMA, 2004, p. 129).

Sendo assim, uma das formas de tornar o ensino da química mais compreensível e que gere mais interesse, curiosidade e que desenvolva no alunado um pensamento

científico seria a implementação de atividades experimentais. Devido ao contexto em que as escolas se encontram, com ausência de um laboratório completo a sua disposição ou, na maioria das vezes, quando tem o ambiente, faltam equipamentos, reagentes, entre outros, é necessário recorrer a formas alternativas e que vem gerando bons resultados e rendimentos significativos dentro de sala de aula (DIAS, 2016):

Utilizar experimentos em sala de aula como ferramenta de ensino, facilita a articulação entre as etapas de assimilação e equilíbrio, ilustrando de forma fiel os conteúdos que normalmente são passados de forma expositiva (DIAS, 2016, p. 15).

Dessa forma, utilizando dessas ferramentas o professor foge do tradicional e trabalha com novas metodologias nas aulas, tornando-as mais dinâmicas, principalmente no primeiro contato dos alunos com a disciplina. Utilizar-se de materiais alternativos torna possível uma abordagem experimental de conceitos químicos sem a necessidade intrínseca da sua execução dentro de um laboratório de Química/Ciências.

Uma maneira de superar as limitações dos laboratórios das escolas que, quando existem são, geralmente mal equipados, é desenvolver nas aulas práticas, experimentos de baixo custo, através da utilização de materiais alternativos. As aulas experimentais, que dificilmente são realizadas devido à indisponibilidade de recursos materiais, passam a ser possíveis quando se supera a limitação da escola através do uso do material alternativo (ANJOS, 2021, p. 54).

E usando dessa ferramenta, normalmente a possibilidade de contextualização dos assuntos será bem mais articulada e concreta, limando o processo de fragmentação do processo de ensino-aprendizagem, além da aproximação de conceitos químicos com diversas coisas que eles próprios têm em suas casas ou que encontram com facilidade nas farmácias, supermercados, entre outros. Isso pode acarretar em uma nova forma de visão, criando o pensamento e olhar científico para as coisas ao seu redor, garantindo assim uma profunda fixação.

Diversos pesquisadores defendem que a atividade experimental, quando explorada a função pedagógica, ou seja, não utilizada apenas como reprodução de um roteiro, pode ir além de simplesmente motivar o educando, mas transpor a barreira entre teoria e prática auxiliando na compreensão de conceitos e fenômenos (CONEJO, 2018, p. 18).

Fica claro que a aprendizagem gera mais significado em nossas mentes quando ela se desenrola através do fazer prático das coisas, formando uma ligação com tudo que já foi aprendido, e resultando em um conhecimento que será útil para as vidas dos discentes, fugindo da mera memorização. Por fim, ressaltamos a importância de se abordar, sempre que possível, a experimentação no ensino de Química através de materiais alternativos, na ausência de laboratórios, associando os conceitos teóricos estudados com as práticas experimentais executadas.

1.2 Visão geral sobre cromatografia

A cromatografia compreende diversos métodos de análises baseados nos conceitos de polaridade e interações intermoleculares dos materiais utilizados. Segundo Coolins (1997, p. 10):

A cromatografia é um método físico-químico de separação dos componentes de uma mistura, realizada através da distribuição desses componentes entre duas fases, que estão em contato íntimo. Uma fase permanece estacionária enquanto a outra move-se através dela. Durante essa passagem da fase móvel sobre a fase estacionária, os componentes da mistura são distribuídos entre as duas fases, de tal forma que cada um dos componentes é seletivamente retido pela fase estacionária, resultando em migrações diferenciais sobre esses componentes.

A palavra cromatografia é derivada do grego “chrom” (cor) e “grafhe” (escrever), criada pelo botânico russo Mikhael Semenovich Tswett, que em 1906, quando estava escrevendo sobre seus procedimentos experimentais que abordava a separação dos componentes do extrato de folhas e gema de ovo, utilizou essa palavra para descrever o procedimento experimental (COOLINS, 1997). Os estudos sobre as técnicas cromatográficas avançaram muito, existindo uma gama de procedimentos bem modernos e com resultados mais exatos e precisos do que os iniciais e que dependem de muitos outros equipamentos para a leitura dos resultados, possibilitando uma interpretação bem mais acurada (VERGNHANINI FILHO, 2022).

Existem diferentes tipos de técnicas cromatográficas utilizadas para separar os componentes de uma mistura. Dentre os tipos de cromatografia existentes, podemos citar a cromatografia em papel, onde se utiliza de uma técnica líquido-líquido (a água presente nas fibras da celulose do papel age como fase estacionária). Recebe esse nome devido ao suporte de realização da técnica ser justamente um papel. A cromatografia em camada delgada (CCD), similar à cromatografia em papel, utiliza-se, normalmente, de uma fase móvel líquida e de uma fase estacionária sólida, normalmente sílica em gel sobre uma placa fina de vidro ou alumínio. O funcionamento se dá por capilaridade da fase móvel por meio dessa placa e a separação se desencadeia por afinidade, assim como o processo de separação da cromatografia em papel (OLIVEIRA, 2017). Os testes rápidos de Covid-19, por exemplo, nada mais são do que sistemas que se utilizam dos princípios da CCD.

Outro tipo de modalidade é a cromatografia por adsorção que é caracterizada pelos métodos cromatográficos líquidos-sólidos (adsorção), líquido-líquido (partição) e troca iônica. Normalmente, são realizadas em coluna, utilizando algum sólido para a fase estacionária e solvente (ou mistura de solventes) para compor a fase móvel. Para que os

resultados dessas técnicas sejam de qualidade, é necessário o cuidado redobrado durante todos os passos desde a montagem até a coleta dos componentes separados (COOLINS, 1997).

A cromatografia gasosa por sua vez se configura na distribuição diferente das substâncias presentes nas amostras, utilizando de uma fase estacionária sólida ou líquida e na fase móvel um gás (FORNICIARI, 2021). “As técnicas cromatográficas, em especial a Cromatografia Gasosa, estão sendo largamente utilizadas, mostrando-se eficazes nas análises desses compostos e estão constantemente evoluindo para melhor atender às necessidades dos consumidores” (FORNICIARI, 2021, p. 01).

A cromatografia gasosa é uma das mais importantes técnicas analíticas disponíveis atualmente. Em curto espaço de tempo tornou-se a principal técnica para separação e determinação de compostos voláteis e/ou volatilizáveis. O poder de resolução excelente alcançado permite a determinação de dezenas de compostos diferentes em matrizes complexas. Outro diferencial da técnica vem a ser sua grande sensibilidade e elevada detectabilidade (PENTEADO, 2008, p. 01).

Dentre os diferentes tipos de cromatografia mencionados, a que será utilizada nesse trabalho será a cromatografia em coluna.

1.2.1 CROMATOGRAFIA NO ENSINO MÉDIO: POSSIBILIDADES DE ABORDAGEM

A cromatografia é uma prática experimental que não se é muito usada no ensino médio. Um dos motivos se dá devido à falta de materiais ou laboratório que possibilite a execução da mesma. Porém, com o auxílio dos materiais alternativos essa prática pode ser realizada, possibilitando a articulação entre conceitos teóricos e experimentos (BUENO *et al.*, 2008). Importante ressaltar que a prática experimental deve estar sempre associada com os conceitos teóricos trabalhados em sala de aula.

Fazer ciência, no campo científico, não é ateuórico. Ao ensinar ciência, no âmbito escolar, deve-se também levar em consideração que toda observação não é feita num vazio conceitual, mas a partir de um corpo teórico que orienta a observação. Logo, é necessário nortear o que os estudantes observarão (GUIMARÃES, 2009, p. 01).

As práticas cromatográficas realizadas em sala de aula para o ensino médio reportadas na literatura têm trazido alguns resultados positivos, possibilitando a abordagem de conceitos relacionados à polaridade, tipos de misturas, tipos de separação, interações intermoleculares e propriedades das funções orgânicas (HOEHNE; RIBEIRO, 2013).

Conceitos como grupos funcionais, polaridade, solubilidade, interações intermoleculares e cromatografia foram discutidos durante a execução do projeto. A partir da sequência metodológica adotada para transmissão destes conhecimentos, verificou-se que a abordagem teórica juntamente com a

experimentação realizada foi possível facilitar a compreensão de conceitos importantes da química orgânica (TRINDADE *et al.*, 2021, p. 10).

É notória a contribuição para o desenvolvimento e contextualização utilizando esse tipo de abordagem com a cromatografia, ressaltando que mesmo os conceitos mais complexos de se entender e que geram um desinteresse no alunado devido a sua extensão de teorias, conceitos e regras a serem passados, consigam ser trabalhos de forma mais interessante para os discentes. O professor também deve procurar maneiras mais viáveis e acessíveis para que esse trabalho possa ser realizado e que traga até mais conforto durante o momento de aprendizagem quebrando aquele tabu de que os conteúdos de química são difíceis de se entender e fazendo também com que o alunado seja o protagonista no seu desenvolvimento educacional e aprendizado, colocando em prática e gerando em si próprio o interesse pelos conteúdos a depender da forma que eles serão conduzidos ou apresentados para os mesmos.

É importante ressaltar que todos os testes aqui descritos foram realizados na residência do licenciando em Química, tendo em vista que os mesmos foram efetuados durante o período de distanciamento social necessário ainda no início de 2021 em decorrência da pandemia da Covid-19.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Este trabalho tem como principal objetivo testar materiais alternativos para a realização de experimentos envolvendo cromatografia em coluna que possibilitem a sua realização em aulas de Química do Ensino Médio em instituições de ensino que não apresentem laboratórios em suas dependências.

2.2 Objetivos Específicos

- Testar diferentes materiais comerciais para compor a fase móvel da cromatografia;
- Analisar diferentes tipos de materiais para a fase estacionária;
- Testar materiais alternativos para substituir o sistema convencional de cromatografia em coluna utilizado em laboratório;
- Propor experimentos envolvendo cromatografia em coluna para abordagem de conceitos químicos em aulas de Química no Ensino Médio.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma proposta pedagógica baseada nas ideias sobre experimentação no ensino de Química com materiais alternativos. Para a elaboração da proposta pedagógica, foram selecionados experimentos compreendidos no universo da cromatografia. A escolha da cromatografia como eixo central da experimentação proposta nesse trabalho considerou as inúmeras possibilidades de abordagem de diversos conceitos químicos no Ensino Médio (polaridade, solubilidade, interações intermoleculares, grupos funcionais etc.), assim como por sua relevância na sociedade moderna (estudo de poluentes orgânicos emergentes com a cromatografia líquida de alta eficiência (SILVA, 2011); análise de agentes contaminantes presentes em água identificando-os e quantificando-os; em farmacognosia, na determinação de compostos presentes em amostras naturais e até mesmo substâncias indesejáveis e tóxicas advindos de pesticidas (QUEIROZ, 2015); etc.) e, considerando a experiência particular do autor, ter baixa abordagem nas aulas de Química do Ensino Médio nas instituições de ensino da região (Sousa, PB), a despeito de trabalhos já reportados na literatura (OLIVEIRA; SILVA, 2017; LAURETH, 2015; PALOSCHI *et al.*, 1998; GONÇALVES, 2004; CELEGHINI; FERREIRA, 1998; TRINDADE *et al.*, 2021).

Antes da elaboração da proposta pedagógica (na forma de roteiro experimental), foram realizadas algumas adaptações, tais como o uso de materiais substitutivos para as vidrarias e demais acessórios convencionalmente utilizados em experimentos de cromatografia em coluna. Após essas adaptações, foram realizados testes com diversos materiais, facilmente encontrados em residências ou estabelecimentos comerciais, no intuito de substituir os possíveis componentes das fases estacionária e móvel da cromatografia em coluna. Para a fase estacionária foram testados os seguintes materiais: areia de aquário e açúcar de cozinha. Já para a fase móvel, foram testados os seguintes materiais: álcool isopropílico, benzina retificada e acetona. Por fim, esses testes foram realizados através da separação dos pigmentos presentes em folhas da Jurema Preta (*Mimosa Tenuiflora*), devido a sua abundância no nordeste brasileiro, sendo, portanto, um material de fácil acesso e sem custos.

Ao término dos testes, foi elaborado um roteiro experimental para a abordagem da cromatografia em aulas de Química no Ensino Médio, utilizando os materiais alternativos que apresentaram os melhores resultados. O presente material tem por intuito auxiliar o docente de Química na possibilidade de abordar experimentos de cromatografia em sala de aula, além de orientar a execução da atividade experimental, articulando conceitos teóricos

com o experimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Adaptação das vidrarias e acessórios

Se tratando de um procedimento experimental que deve ser feito com facilidade, a montagem do sistema para cromatografia em coluna foi pensada totalmente de forma alternativa. Foram adquiridos os seguintes materiais para a base completa da coluna cromatográfica: 6 conexões de joelhos de cano PVC 20 mm, 4 conexões de cano T de PVC 20 mm, 2 conexões de cano T de PVC 25 mm, uma vara de 3 metros de cano PVC 20 mm e dois redutores de vazão de 25 mm para 20 mm. Para a montagem da coluna em si, foram utilizados um pedaço de 60 cm de mangueira transparente com espessura de 25 mm, dois equipos de soro utilizado em hospitais, uma cola permanente Super Bonder® e dois elásticos látex de qualquer número (tamanho).

Nesse processo de montagem, primeiramente a vara de cano PVC foi serrada em diversos tamanhos, para o suporte onde a coluna ficará sustentada: foram cortados dois pedaços de 38 cm e dois pedaços de 4 cm. Para a base onde o suporte será encaixado serrar dois pedaços de 43 cm, dois pedaços de 10 cm, um pedaço de 15 cm e mais quatro pedaços de 8 cm.

Logo após a serragem dos pedaços de cano, as conexões anteriormente citadas foram usadas para montar o suporte. O design do suporte da coluna será um retângulo na base com uma ligação no meio desse retângulo que sustentará o suporte da coluna. O pedaço de cano de 15 cm serrado foi usado para encaixar, em suas duas pontas, as duas conexões T de PVC 20 mm, deixando as aberturas superiores da conexão iguais; logo após, nas pontas laterais livres das duas conexões T que acabaram de ser encaixadas, foram conectados os dois pedaços de 10 cm. Feito isso, a peça foi guardada para montagem posterior, pois ela será encaixada no meio da base (o retângulo). Em seguida, em cada uma das pontas dos dois pedaços de 43 cm foram encaixadas quatro das conexões de joelhos; e nas entradas das conexões de joelhos que ficaram livres, foram encaixados os quatro pedaços de 8 cm. Para uni-los, fechando o retângulo, utilizou-se duas conexões T de 20 mm. Duas pontas da conexão T da base que sobraram, uma ponta em cada lado do retângulo, devem ficar viradas para dentro dele

Para finalizar, os dois canos de 38 cm que sobraram foram encaixados nas entradas das duas conexões vazias que anteriormente foram viradas para cima de forma igual. Após encaixá-los, na parte superior desses canos de 38 cm, foram conectados os dois

últimos joelhos restantes, e a estes foram conectados os dois últimos pedaços de 4 cm. Nesse momento, os dois redutores de vazão foram usados e inseridos dentro das duas conexões T de 25 mm. Isso servirá para que a conexão entre o T de 25 mm e o pedaço de cano de 4 cm com apenas 20 mm seja possível, finalizando o suporte completo da coluna.

Figura 1 – Suporte (a esquerda) e coluna cromatográfica (a direita) confeccionados com material alternativo.



Fonte: Autorial própria, 2021.

Para a coluna, foi cortada a mangueira transparente ao meio, ficando cada pedaço com 30 cm. Logo após foi usado o equipo de soro, e retirado com auxílio de uma tesoura toda a câmara de gotejamento macrogotas flexível, restando a parte de baixo que é formada pela entrada de ar e o filtro ligados a porta perfurante trifacetada. Em seguida, com o auxílio da cola permanente, a entrada de ar foi colada em um dos pedaços da mangueira transparente. Após secar, um pouco de água foi colocado dentro do cano para verificar a eficácia e se existe algum vazamento entre a mangueira e a entrada de ar/filtro. Caso houvesse, deveria se utilizar novamente da cola para fechar esse vazamento. O mesmo procedimento foi feito com o segundo equipo e com a outra metade da mangueira transparente.

Para finalizar a coluna, o tubo transparente flexível do equipo foi usado e cortado em dois pedaços que dê pra encaixar nas duas pontas trifacetadas coladas à coluna; esses pedaços precisam ser inseridos dentro dos dois contadores de fluxo tipo pinça rolete do

equipo e cortados na parte de baixo dos contadores um pouco perto de suas bases (aproximadamente 1 cm). Finalizada esta etapa, basta apenas encaixar as colunas nas duas conexões T de 25 mm para sustentá-la. Os dois elásticos mencionados no início foram usados para segurar a parte inferior da mangueira, no intuito de deixar a coluna alternativa o mais reta possível.

Figura 2 – Sistema alternativo montado para realização de experimentos com cromatografia em coluna.



Fonte: Autoria Própria, 2021.

4.2 Testes dos materiais alternativos em experimentos cromatográficos

Para a composição das fases estacionárias, foram selecionados dois materiais: areia de aquário e açúcar de cozinha. A areia de aquário pode ser adquirida em loja de decoração e variedades para casa; já o açúcar cristal pode ser encontrado em diversos estabelecimentos comerciais, tais como supermercados, mercadinhos, conveniências etc.

Antes de utilizar a areia na coluna cromatográfica, ela passou por um pré-tratamento. Ela foi lavada diversas vezes até que a água de lavagem ficasse límpida. Em seguida, a areia foi posta para secagem sendo exposta ao sol até os grãos ficarem totalmente soltos e secos. Logo após esse processo, com auxílio de uma peneira de cozinha com espessura de 10,7 cm e suas dimensões de 107 x 107 x 118 mm essa areia foi peneirada para que a granulação que passasse fosse a mais fina possível. Esse processo é necessário devido à areia de aquário ter alguns grãos muito grandes e também algumas sujeiras que ficarão retidas na peneira. Posteriormente, foi realizada uma limpeza da areia: ela foi colocada em repouso em um recipiente fechado com ácido muriático 15% por 24 horas. É importante

ressaltar que o ácido muriático é altamente corrosivo e tóxico, e seu uso deve ser feito com cautela, com os EPIs necessários e em ambiente ventilado.

Por fim, após a areia ficar em repouso dentro do ácido, ela foi lavada com água corrente. Com o auxílio de um recipiente vazio foi feita a coleta dessa água de lavagem e a areia foi filtrada, usando-se um funil de plástico médio e um papel de filtro de café, podendo ser usado também algum pedaço de tecido e com um pouco de água para fixá-los à parede do funil. A areia foi lavada exaustivamente, no intuito de garantir toda a retirada do ácido muriático. Em seguida, levou-se novamente a areia para secagem. No caso de a granulação da areia ainda ficar muito grossa, após a secagem da mesma, ela pode ser passada em um processador para torná-la mais fina, pois quanto menor a granulação, irá gerar melhores resultados na separação dos pigmentos.

O açúcar não precisa passar por nenhum pré-tratamento para seu uso na composição da coluna cromatográfica. Então, foi usado da forma que foi comprado.

4.3 Realização dos testes

Nesse capítulo, serão detalhados os testes realizados com os materiais mencionados anteriormente.

- **PRIMEIRO TESTE**

As folhas da jurema preta foram removidas diretamente do pé; elas foram lavadas e após secagem, maceradas com auxílio do pilão de cozinha e 20 mL de álcool isopropílico até a visualização de um extrato verde escuro (Figura 3). Esse extrato foi utilizado nos quatro primeiros testes. O álcool isopropílico pode ser adquirido em lojas de informática.

Para a composição da fase estacionária, utilizou-se a areia preparada anteriormente, despejando essa areia na metade de um copo descartável de tamanho médio e adicionando álcool isopropílico, misturando-os para fazer a compactação adequada na montagem da coluna. Na coluna alternativa foi colocado um pedaço de algodão no fundo e um pouco do eluente inicial para fixação do algodão. Com o auxílio de um funil, a mistura referente à fase fixa da cromatografia foi adicionada à coluna alternativa. É importante o uso do álcool já misturado com a areia nesse processo de preenchimento da coluna, pois evita que haja rachaduras e também a formação de bolhas. Em um copo descartável, o eluente em

excesso foi escoado através da coluna até se aproximar da superfície da fase fixa. Durante esse momento, com auxílio de uma colher, batia-se levemente nas paredes da coluna alternativa para que, se caso haja bolhas, elas possam ser limadas. A torneira foi fechada para parar o escoamento do solvente quando ele atingiu aproximadamente dois centímetros da superfície da parte fixa.

Figura 3 – Extrato da folha de jurema preta.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Após a compactação da coluna, com auxílio de uma seringa, o extrato foi gotejado dentro da coluna. Quando o extrato adicionado estava próximo à superfície da fase fixa, foi adicionado mais eluente (álcool isopropílico), nunca deixando a coluna secar, ou seja, a parte fixa precisa estar imersa no eluente durante toda a corrida cromatográfica (Figura 4a). A adição do eluente foi repetida até a coleta completa dos pigmentos em copos descartáveis diferentes (Figura 4b).

Figura 4 – (a) Coluna cromatográfica alternativa com areia, álcool isopropílico e o extrato da Jurema Preta. (b) Pigmentos separados na cromatografia.



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Os pigmentos esperados na separação de folhas verdes como da Jurema Preta seriam carotenos (pigmento amarelo predominantemente apolar) e clorofilas (pigmento verde, e em maior quantidade, predominantemente polar) (XAVIER *et al.*, 2020).

- SEGUNDO TESTE

Nesse segundo teste, utilizou-se a mesma fase estacionário do anterior (areia), mudando-se apenas a fase móvel: o eluente usado foi a benzina retificada, que pode ser adquirida em lava-jatos e lojas de peças de carros ou motos. Os procedimentos descritos para a montagem da coluna cromatográfica foram os mesmos do primeiro teste, apenas substituindo o álcool isopropílico pela benzina. É importante lembrar que foram usados meios de proteção como máscaras, luvas e óculos, pois a benzina é um material volátil e inflamável e seu contato direto com mucosas ou por inalação pode causar irritações.

Após a compactação da coluna, com auxílio de uma seringa, o extrato foi adicionado dentro da coluna alternativa, similarmente ao descrito no procedimento anterior. Quando o extrato estava se aproximando da superfície da fase fixa, uma nova quantidade de benzina era adicionada, impedindo da coluna secar. Esse procedimento foi repetido até a coleta do primeiro pigmento (amarelado) que foi se separando. Após a completa coleta desse pigmento, foi adicionada acetona como eluente (aumento a polaridade da fase móvel). Ao término da cromatografia, foram separados três extratos: um amarelado (separado com benzina, solvente apolar), um intermediário esverdeado (após a adição inicial de acetona) e um verde intenso (separado com o eluente acetona) (Figura 5).

Figura 5 – Pigmentos separados no segundo teste.



Fonte: Autoria própria, 2021.

- TERCEIRO TESTE

No terceiro teste, o eluente inicial foi a benzina e a fase estacionária utilizada foi o açúcar de cozinha, seguindo os mesmos procedimentos para compactação da coluna já descritos anteriormente. Após a compactação da coluna, o extrato foi adicionado na coluna alternativa. Toda a corrida cromatográfica foi realizada apenas com a benzina como eluente. Os pigmentos separados estão demonstrados na Figura 6.

Figura 6 – Pigmentos separados no terceiro teste.



Fonte: Autoria própria, 2021.

- QUARTO TESTE

O quarto teste foi uma repetição das condições descritas no segundo, tendo em vista melhorar a visualização dos pigmentos separados, diferindo-se apenas na quantidade do extrato da Jurema Preta adicionado à coluna: no segundo teste foi adicionado um volume maior do extrato, o que poderia acarretar a necessidade de uma coluna (parte fixa) maior para uma separação mais adequada. Nesse teste, portanto, diminuiu-se a quantidade do extrato adicionado, no intuito de possibilitar uma melhor separação e facilitar a visualização dos pigmentos (Figura 7).

Figura 7 – Pigmentos separados no quarto teste.



Fonte: Autoria própria, 2021.

- QUINTO TESTE

Nesse teste, a obtenção dos extratos foi realizada de forma diferente: as folhas da jurema preta foram maceradas com 4 mL de benzina, com o auxílio de um pilão; retirou-se o líquido resultante, transferindo-o para um recipiente fechado e, em seguida, adicionou-se 4 mL de álcool isopropílico e repetiu o processo de maceração até obter um líquido com tom verde intenso; este líquido foi retirado do pilão e adicionado no recipiente fechado contendo o primeiro extrato.

A areia foi usada como a parte fixa da coluna e o eluente para a compactação da coluna foi a benzina, seguindo os mesmos procedimentos descritos anteriormente. Após a adição do extrato, a corrida cromatográfica começou com benzina e terminou com a acetona, promovendo a separação dos pigmentos carotenoides e clorofilas (Figura 8).

Figura 8 – Cromatografia alternativa do quinto teste.



Fonte: Autoria Própria, 2021.

- SEXTO TESTE

O extrato usado nesse teste foi preparado da mesma forma descrita anteriormente (no quinto teste). A fase estacionária da coluna cromatográfica foi feita com o açúcar e a areia misturados e a benzina foi utilizada como eluente inicial para a compactação da coluna e início da corrida cromatográfica (Figura 9a). Após a saída do

primeiro pigmento (amarelo), foi adicionada a cetona como eluente secundário. Os pigmentos foram coletados em copos diferentes.

Figura 9 – (a) Coluna cromatográfica de açúcar e areia compactada com benzina e com o extrato da jurema preta (álcool isopropílico:hexano, 1:1, V/V). (b) Pigmentos separados na coluna cromatográfica do sexto teste.



Fonte: Autoria Própria, 2021.

4.4 Análise dos procedimentos realizados

Após a finalização dos procedimentos experimentais, pegou-se todas as anotações realizadas em cada teste e foi feita uma análise de todos os passos, levando em consideração alguns questionamentos como: quais dos procedimentos foram de fácil realização, no geral? Quais dos procedimentos que foram realizados obtiveram melhores resultados no processo de separação? Quais os procedimentos adotados não produziram efeitos? Qual teste que trouxe um maior resultado e pode ser usado para aplicação com qualidade de resultados em sala de aula?

Considerando o primeiro questionamento, todos os procedimentos realizados foram, em sua generalidade, de fácil execução. Apesar de alguns terem alguns custos para a aquisição do material, este inicialmente adquirido foi suficiente para fazer todos os testes aqui descritos.

Algumas condições apresentaram uma visualização melhor da separação dos componentes da jurema preta em detrimento de outros, devido à adequação da quantidade de extrato ao tamanho da coluna, aos solventes usados na extração e aos eluentes usados no início da corrida cromatográfica, melhor compactação da parte fixa, entre outros.

Os carotenos (pigmentos normalmente amarelados) são predominantemente apolares e, em uma coluna cromatográfica com características polares, irá correr mais facilmente pela coluna com um eluente apolar, como a benzina. Já as clorofilas (pigmentos verdes) são predominantemente polares e, em uma coluna cromatográfica polar, irá ter um maior tempo de retenção devido às interações intermoleculares entre as clorofilas e as espécies químicas que constituem a fase estacionária, sendo necessário o uso de um eluente de maior polaridade, como a acetona ou o álcool isopropílico.

O sexto e último teste buscou sintetizar os pontos mais positivos dos anteriores e produziu uma visualização melhor da separação dos pigmentos que os demais. O extrato da jurema preta foi preparado com uma mistura de benzina e álcool isopropílico, possibilitando uma maior extração de pigmentos carotenoides e clorofilas por afinidade. No teste das fases estacionárias, a areia, mesmo após todo o processamento, ainda apresentava grãos relativamente grandes, que comprometia os resultados da separação; já o açúcar tinha um efeito contrário, sendo bem mais fino, o que causava uma grande demora na corrida cromatográfica. Após essa verificação, foi pensado no teste usando a mistura tanto da areia quanto do açúcar para compor a fase estacionária (proporção 1:1 m/m), o que também trouxe resultados bem satisfatórios. A compactação da fase estacionária era feita com benzina (solvente apolar e eluente inicial), para extração do primeiro grupo de pigmentos (os carotenoides). E o eluente secundário foi a acetona, solvente de maior polaridade que conseguia arrastar mais facilmente os pigmentos clorofilas.

Considerando, portanto, as condições do sexto teste, que apresentaram os melhores resultados nos experimentos cromatográficos, foi elaborada uma proposta de aula experimental que usaria tal experimento para abordar conceitos químicos em uma turma de Ensino Médio, em uma instituição de ensino que não disponha de laboratórios para realização de experimentos. Essa proposta foi organizada em um roteiro experimental (**Apêndice A**) que poderá servir de guia para o docente de Química planejar e organizar essa presente aula.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho consistiu em testar alguns materiais convencionais para adaptar experimentos cromatográficos em coluna e, com base nesses testes, apresentar uma proposta de aplicação em sala de aula de escolas públicas com os respectivos materiais, sendo esta elaborada no formato de roteiro de aula experimental. Este trabalho surge a partir da carência de muitas instituições de ensino do entorno do município de Sousa, PB, no que tange a espaços adequados para a realização de experimentos de Química/Ciências, e apresenta uma possível solução no ensino de Química das referidas instituições, com a realização de experimentos partindo da filosofia do Laboratório com Materiais Alternativos.

A cromatografia normalmente não é muito abordada no ensino de Química no Ensino Médio, mas ela pode ser facilmente contextualizada e compreende uma gama de assuntos referentes à disciplina de química em todas as séries, tornando esse procedimento experimental de grande valia. Diante dos resultados obtidos nos experimentos cromatográficos realizados, foi selecionado o seguinte método para a elaboração de uma proposta pedagógica experimental: coluna cromatográfica de areia e açúcar (1:1 m/m), eluente inicial benzina e eluente secundário acetona, e o extrato da jurema preta foi preparado com benzina e álcool isopropílico (1:1).

O experimento tem um efeito visual interessante capaz de instigar a curiosidade inicial dos estudantes, o que pode servir de porta de entrada para envolvê-lo no mundo da Química e aprender de mais efetiva os conceitos relacionados ao experimento, além de possibilidades de contextualização sobre as técnicas cromatográficas tão presentes em diversos aspectos do nosso cotidiano. Importante ressaltar que para a real efetivação da aula experimental se faz necessário um arcabouço teórico dos conceitos de química envolvidos, possibilitando a articulação entre teoria e prática e evitando que a experimentação seja uma mera mecanização de procedimentos descritos em um roteiro, sem o real reconhecimento do que se está fazendo.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, Frederico Barrogi dos. **Atividades experimentais e materiais alternativos: contribuições para o processo de ensino e aprendizagem em Química.** 2021.
- BARBOSA, A. R. JESUS, J. A. **A Utilização De Materiais Alternativos Em Experimentos Práticos De Química E Sua Relação Com O Cotidiano.** 2009. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/3733161-A-utilizacao-de-materiais-alternativos-em-experimentos-praticos-de-quimica-e-sua-relacao-com-o-cotidiano.html> >. Acesso em set. 2021.
- BUENO, Lígia et al. O ensino de química por meio de atividades experimentais: a realidade do ensino nas escolas. **Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente**, p. 34, 2008.
- CASTRO, B. J.; FRASSON COSTA, P. C. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o contexto da Aprendizagem Significativa. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v. 6, n. 2, p. 25-37, 2011.
- CELEGHINI, R. M. S.; FERREIRA, L. H. **Preparação de uma coluna cromatográfica com areia e mármore e seu uso na separação de pigmentos.** *Química Nova na Escola*, v. 7, p. 39, 1998.
- CONEJO, Hellen Jéssica Flávio. **A importância da experimentação no ensino de química e biologia: elaboração de material didático.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- COLLINS, C.H. et. al. **Introdução a métodos cromatográficos.** 7º Edição. Campinas, SP: UNICAMP, 1997.
- DA COSTA, Rodrigues Monteiro. **A utilização de materiais alternativos no ensino de Química: um estudo de caso na EEEM Liberdade do município de Marabá-Pará.** 2013.
- DA SILVA, Rauã Bezerra; MENDES, Jerônimo Ferreira; DA SILVA CARVALHO, Thainá Maria. O gostar do aluno e sua dificuldade em química. V Congresso Nacional de Educação - V CONEDU, 2018.*
- DA SILVA, Ellen Cristina Costa et al. Uma experiência da prática pedagógica em química por meio da experimentação An experience of pedagogical practice in chemistry through experimentation. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 61648-61666, 2021.
- DA COSTA, Rodrigues Monteiro. **A utilização de materiais alternativos no ensino de Química: um estudo de caso na EEEM Liberdade do município de Marabá-Pará.** 2013.
- DIAS, E. J. S. **Experimentos de Química Orgânica Utilizando Materiais Alternativos para Aplicação no Ensino Médio.** Monografia de conclusão de curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Maranhão, São Luiz. 2016, 15p.
- FORNACIARI, Hemerson Junior; BUENO, Silvia Messias. **CROMATOGRAFIA GASOSA NA ANÁLISE DE AGROTÓXICOS COMO FERRAMENTA NO AUXÍLIO A**

SEGURANÇA DOS ALIMENTOS. **Revista Científica**, v. 1, n. 1, 2021.

GAMA, Bianca M.; ALVES, Andréa Aparecida R. Reelaboração de um jogo: recurso didático como facilitador do processo de ensino e de aprendizagem no Ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 44, n. 1, p. 17-25, 2022.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e descaminhos Rumo à aprendizagem significativa**. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, agosto, 2009.

GONÇALVES, Maria Edite Pinto et al. **Validação do método de determinação simultânea dos íons brometo e bromato por cromatografia iônica em águas de consumo humano**. *Química Nova*, v. 27, p. 503-507, 2004.

HOEHNE, Lucélia; RIBEIRO, Rosecler. **Uso da cromatografia em papel para revelar as misturas de cores das canetinhas tipo hidrocor em diferentes fases estacionárias**. *Revista Destaques Acadêmicos*, v. 5, n. 5, 2013.

KIRCHHEIM, A. S.; ROHWEDER, E. S. Ensinar e encantar, uma intrducao ao conhecimento cinetífico para crianças e adolescentes com ênfase didático-experimental. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Paraná.

LAURETH, Jessica Cristina Urbanski. Pigmentos vegetais: uma alternativa para o ensino de química utilizando a técnica de cromatografia. 2015.

LIMA, J. B. **Experimentos de química utilizando materiais alternativos com aplicação no ensino médio**. Monografia de conclusão de curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Maranhão, São Luiz. 2004, 129p.

LIMA FILHO, Francisco et al. A importância do uso de recursos didáticos alternativos no ensino de química: Uma abordagem sobre novas metodologias. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, 2011.

OLIVEIRA, Gislei A.; SILVA, Fernando C. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade. **Química nova na escola, São Paulo**, v. 39, n. 2, p. 162-169, 2017.

PALOSCHI, Rosiléia; ZENI, Mára; RIVEROS, Raúl. **Cromatografia em giz no ensino de química: didática e economia**. *Química Nova na Escola*, v. 7, n. 5, p. 35-36, 1998.

PENTEADO, José Carlos P.; MAGALHÃES, Dulce; MASINI, Jorge C. Experimento didático sobre cromatografia gasosa: uma abordagem analítica e ambiental. **Química Nova**, v. 31, p. 2190-2193, 2008.

QUEIROZ, Cibele Nascimento et al. **A importância e aplicação da cromatografia gasosa na área farmacêutica: uma revisão da literatura**. 2015.

RODRIGUES, Paula Cristina Raposo. *Multiculturalismo: a diversidade cultural na escola*. Diss. 2013.

SILVA, Ellen Cristina Costa et al. Uma experiência da prática pedagógica em química por

meio da experimentação An experience of pedagogical practice in chemistry through experimentation. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 61648-61666, 2021.queiro

SILVA, Carla Grazieli Azevedo da; COLLINS, Carol H. Aplicações de cromatografia líquida de alta eficiência para o estudo de poluentes orgânicos emergentes. **Química Nova**, v. 34, p. 665-676, 2011.

VERGNHANINI FILHO, Renato. Medição da Composição dos “Gases” de Combustão. **Revista IPT: Tecnologia e Inovação**, v. 6, n. 19, 2022.

TRINDADE. I. T. M. et. al. **Aprendendo química no ensino médio através da separação de pigmentos por cromatografia em camada delgada**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, 2021.

XAVIER, Luciana Araújo; SOUZA, Edineide Cristina A.; DE LIMA REBOUÇAS, Elenilda. Separação de pigmentos naturais por cromatografia em coluna: proposta de um experimento fácil e rápido. **RCT-Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 6, 2020.

APÊNDICE A – ROTEIRO EXPERIMENTAL: CROMATOGRAFIA DO EXTRATO DAS FOLHAS DA JUREMA PRETA EM COLUNA ALTERNATIVA

1 INTRODUÇÃO

A cromatografia é uma técnica bastante utilizada principalmente nos dias de hoje em diversas áreas, tanto da saúde como das ciências. Ela possibilita analisar, identificar e separar componentes que estão presentes em uma determinada mistura. Existem vários tipos de cromatografia como: sólido-líquido (coluna, camada fina ou delgada, papel); líquido-líquido (CLAE – cromatografia líquida de alta eficiência); gás-líquido (CG – cromatografia gasosa); etc. Os processos nessas cromatografias citadas se dão pela separação dos componentes e ocorre baseada na interação dos mesmos com a fase estacionária e com a fase móvel presente que constitui o sistema cromatográfico.

A cromatografia em coluna é uma técnica onde ocorre a separação de substâncias presentes em uma mistura entre duas fases, a fase sólida, onde geralmente se usa a sílica para compactação das colunas e a fase líquida, sendo essa um solvente ou uma mistura de solventes de acordo com a necessidade, sendo escolhido baseando-se na capacidade de solubilidade e arraste dos componentes da mistura.

De modo geral, a cromatografia em coluna com sílica (ou outra parte fixa polar) se desenrola colocando primeiramente a mistura que se deseja separar no topo da coluna cromatográfica, fazendo o uso do eluente menos polar. A polaridade do eluente pode ser aumentada gradativamente, a fim de aumentar o poder de arraste de substâncias polares, garantindo que os componentes saiam com pureza adequada. Esses diferentes componentes que estão presentes dentro da mistura da amostra estudada vão se mover com velocidades diferentes ao longo da coluna cromatográfica, dependendo da sua maior afinidade com a fase móvel ou a fase estacionária.

Em geral, na cromatografia em coluna, os compostos que tem menos afinidade com a coluna irão passar por ela com maior velocidade do que os compostos que tem essa afinidade (interações intermoleculares mais fortes). Caso a fase estacionária interaja muito fortemente com um ou mais componentes da mistura, esses não se moverão e ficarão retidos na coluna. Diante disso, a escolha do solvente ou da mistura de solventes que serão utilizados na cromatografia em coluna é um dos pontos mais importantes da técnica para que ela possa acontecer sem erros. No caso da escolha de solventes muito polares, todos os componentes

podem passar pela coluna ao mesmo tempo e, com isso, não haverá separação dessas misturas e os resultados mesma não serão satisfatórios para atingir os objetivos finais desejados.

2 MATERIAIS

- Benzina retificada;
- Acetona;
- Folhas de Jurema preta;
- Álcool isopropílico;
- Ácido muriático;
- Açúcar;
- Areia de aquário;
- Copos descartáveis;
- Funil;
- Algodão;
- Máscara;
- Luvas;
- Óculos de proteção;
- Pilão de cozinha.
- Peneira de cozinha;
- Recipientes fechados (potes de sorvete, por exemplo);
- Papel de filtro de café (ou tecido).

3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

PREPARO DA AMOSTRA:

- Meça 4 mL de benzina e adicione às folhas da jurema preta dentro do pilão e macere-as. Remova o líquido da maceração para um recipiente fechado.
- No mesmo pilão, adicione 4 mL de álcool isopropílico e repita todo o processo de maceração até obter um tom verde intenso no extrato. Remova o líquido da maceração para o mesmo recipiente fechado.

PREPARO DA AREIA PARA FASE ESTACIONÁRIA:

- OBS.: como essa etapa é bastante demorada e laboriosa, o professor pode optar por já levar o material devidamente tratado, caso não disponha de aulas suficientes ao longo de mais de um dia para essa etapa.
- Para a composição da fase estacionária, deve ser usado dois saquinhos de areia de aquário. Lave a areia diversas vezes até que a água de lavagem se torne límpida.
- Em seguida, coloque a areia para secagem, sendo exposta ao sol até os grãos ficarem totalmente soltos e secos.

- Após secagem, com auxílio de uma peneira de cozinha com espessura de 10,7 cm e suas dimensões de 107 x 107 x 118 mm, peneire a areia para que a granulação seja a mais fina possível.
- Para a etapa de purificação da areia, em um sistema fechado coloque-a junto com o ácido muriático 15% por no mínimo 24 horas. Atenção! Lembre-se de fazer uso de todos os equipamentos de segurança para o manuseio do ácido muriático.
- Em seguida, lave a areia do sistema com bastante água corrente, no intuito de tirar todo o ácido que por ventura tenha ficado em sua superfície. Filtre o sistema, com um auxílio de um funil e papel filtro ou pano, recolhendo a areia e lavando-a mais uma vez com bastante água. Deixe a areia secar completamente ao sol.
- Caso a areia ainda apresente uma granulometria elevada, triture-a em um liquidificador ou processador.

PREPARO DA COLUNA:

- Misture a areia (previamente preparada) e o açúcar cristal na proporção 1:1 (m/m). Em seguida, adicione benzina suficiente para o preparo da suspensão.
- Na coluna alternativa, coloque um pedaço de algodão no final da coluna e adicione um pouco do solvente inicial (benzina).
- Adicione a suspensão preparada anteriormente na coluna alternativa, deixando a torneira aberta para o eluente inicial ir escorrendo e a parte estacionária ir se compactando. Recolha o eluente inicial escorrido no preparo da coluna em um copo descartável. Com auxílio de uma colher, durante o escoamento bata levemente nas paredes da mangueira (coluna alternativa) para evitar a formação de bolhas na coluna.
- Feche a torneira antes da coluna secar, ou seja, antes do nível do solvente ficar abaixo da superfície da fase fixa: o nível do solvente deve sempre ficar acima da superfície da fase fixa.

CORRIDA CROMATOGRÁFICA:

- Quando o nível do solvente estiver a aproximadamente 1 cm acima do nível da superfície da fase estacionária, adicione o extrato da jurema preta no sistema vagarosamente.
- Coloque um novo copo descartável embaixo da torneira da coluna alternativa e abra-a, para que a corrida cromatográfica se inicie. Quando o nível do solvente estiver próximo

da superfície da fase fixa, adicione benzina no sistema. A adição de benzina deve continuar sendo feita até que todo o primeiro pigmento (amarelo) seja removido do sistema.

- Quando o primeiro pigmento estiver próximo da saída da coluna, troque o copo descartável e recolha o primeiro pigmento.
- Separado o primeiro pigmento, troque de copo descartável e comece a adicionar acetona na coluna. Com a adição desse segundo eluente, o pigmento verde irá começar a correr mais rapidamente pela coluna cromatográfica.
- Quando o segundo pigmento estiver próximo da saída da coluna, troque o copo descartável e recolha o segundo pigmento.

4 QUESTÕES PROPOSTAS

01. Qual é o princípio da técnica de cromatografia em coluna?
02. Quais conceitos químicos estudados podemos identificar nesses experimentos cromatográficos?
03. Como ocorre a separação dentro de uma coluna cromatográfica?
04. Explique o que é a fase fixa (ou estacionária) e a fase móvel da coluna cromatográfica.
05. Pesquise sobre as estruturas e os nomes dos possíveis pigmentos presentes na folha da Jurema Preta.

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega de trabalho de conclusão de curso

Assunto: Entrega de trabalho de conclusão de curso
Assinado por: Elvis Oliveira
Tipo do Documento: Dissertação
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Elwis Gonçalves de Oliveira, ALUNO (201718740020) DE LICENCIATURA EM QUÍMICA - SOUSA, em 23/02/2023 17:24:47.

Este documento foi armazenado no SUAP em 23/02/2023. 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: 754774

Código de Autenticação: 6b7abde4bc

