

*Campus Duque de Caxias*

Licenciatura em Química

**Gabriel Nogueira de Sousa**

**DESTILADORES A PARTIR DE MATERIAIS  
ALTERNATIVOS: UM RECURSO DIDÁTICO  
PARA PROFESSORES DE ENSINO MÉDIO**

**DUQUE DE CAXIAS - RJ**

**2018**

GABRIEL NOGUEIRA DE SOUSA

**DESTILADORES A PARTIR DE MATERIAIS ALTERNATIVOS: UM RECURSO DIDÁTICO PARA PROFESSORES DE ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada à coordenação do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação *Campus* Duque de Caxias, como cumprimento parcial das exigências para conclusão do curso.

Orientador(a): Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Carolina L. Amorim

Prof. Dr. Thiago Muza Aversa

**IFRJ – CAMPUS DUQUE DE CAXIAS**

**2º SEMESTRE/2018**

CIP - Catalogação na Publicação

S725d Sousa, Gabriel Nogueira de  
Destiladores a partir de materiais alternativos : um recurso didático para professores de ensino médio / Gabriel Nogueira de Sousa. -- Duque de Caxias, 2018.  
85 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Ana Carolina L. Amorim.

Coorientação: Thiago Muza Aversa.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) --Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Licenciatura em química, 2018.

1. Pedagogia lúdica . 2. Educação - Finalidades e objetivos. 3. Atividades criativas na sala de aula. 4. Química - Manuais de laboratório. 5. Química - Estudo e ensino. I. Título.

Elaborado pelo Módulo Ficha Catalográfica do Sistema Intranet do IFRJ - Campus Volta Redonda e Modificado pelo Campus Nilópolis/LAC, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Bibliotecário: Henrique Nogueires Neto - CRB7 5677

IFRJ – CAMPUS DUQUE DE CAXIAS

GABRIEL NOGUEIRA DE SOUSA

DESTILADORES A PARTIR DE MATERIAIS ALTERNATIVOS: UM RECURSO  
DIDÁTICO PARA PROFESSORES DE ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada à  
coordenação do curso de Licenciatura  
em Química do Instituto Federal de  
Ciência, Tecnologia e Educação  
*Campus* Duque de Caxias, como  
cumprimento parcial das exigências  
para conclusão do curso.

Aprovado em 28 / 11 / 2018.

BANCA EXAMINADORA

Ana Carolina Lourenço Amorim  
Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Carolina Lourenço Amorim - (Orientadora)  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Thiago Muza Aversa  
Prof. Dr. Thiago Muza Aversa - (Co-orientador)  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Vanessa de Souza Nogueira Penco  
Prof.<sup>a</sup> Dra. Vanessa de Souza Nogueira Penco (Membro Interno)  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Queli Aparecida R. Almeida  
Prof.<sup>a</sup> Dra. Queli Aparecida Rodrigues de Almeida (Membro Interno)  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Dedico este trabalho a meus pais.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os que de alguma forma, direta ou indireta, participaram da minha trajetória me ensinando e me motivando.

Agradeço em especial aos meus Orientadores Ana Carolina Lourenço Amorim e Thiago Muza Aversa, por todo o apoio, dedicação e tempo despendido me auxiliando na confecção deste projeto.

Agradeço a todos os meus professores que foram parte crucial para a minha formação tanto acadêmica quanto como pessoa, pois mostraram os caminhos que me fizeram ver o mundo de uma maneira completamente diferente de quando ingressei no curso.

Agradeço a meus pais José Abias Nonato de Sousa e Sandra Maria Nogueira de Sousa que me ajudaram e me apoiaram de todas as formas em todas as etapas da minha vida. Agradeço a minha irmã Cássia Nogueira de Sousa que estava comigo e me ajudou de diversas formas ao longo dessa faculdade. Agradeço também a Cassiane Cristina de Oliveira Martins, que sempre me apoiou e me incentivou a não desistir, inclusive quando o desafio parecia grande demais. Agradeço aos meus amigos que estavam comigo durante a faculdade, e que tornaram essa parte da caminhada muito mais fácil com suas presenças.

“Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender.”

Paulo Freire

## RESUMO

O Ensino de química possui a característica de ser abstrato e muitas vezes de difícil aprendizado, pela difícil visualização do conteúdo pelo aluno e assim dispersando-se em sala. O ensino deve ir além do tradicional, fazendo uso, sempre que possível, de ferramentas didáticas em sua metodologia. A experimentação é uma importante ferramenta para auxiliar na visualização, e atrair a atenção do discente, tornando o aprendizado mais significativo. Em muitas instituições, os laboratórios de química são inexistentes ou não estão em funcionamento. Uma alternativa é a confecção de materiais didáticos para uso em sala de aula. Como alternativa desenvolveu-se nesse projeto uma aparelhagem de destilação feita com materiais alternativos para experimentos de destilação simples, fracionada e arraste a vapor. Foi confeccionado um manual que mostra o passo a passo da construção de cada item de forma a facilitar a sua construção por parte do docente, e apresenta temas que podem ser utilizados para contextualizar a teoria com a prática. Realizou-se uma pesquisa de custo médio da compra dos materiais alternativos para comparar com o custo médio de compra de vidrarias convencionais. Com o resultado dessa pesquisa constatou-se que o custo de confecção dos destiladores com materiais alternativos é bem mais baratos, sendo cerca de 10 vezes mais barato para a destilação simples, 6 vezes mais barato para destilação fracionada, e cerca de 7 vezes mais barato para o arraste a vapor. Também avaliou-se a aceitação do manual e sua aplicabilidade por parte de educadores e pode-se constatar alta aceitação. Em colégios estaduais e municipais existem menos espaço para aplicar essa ferramenta, principalmente pelas turmas conterem muitos alunos, e o docente pouco tempo, cerca de 1 hora e meia por semana. Em contrapartida na instituição federal a ocorrência de experimentos é maior, pois têm mais tempo de aula por semana, e inclusive laboratórios funcionando.

Palavras-chave: Destiladores. Materiais didáticos. Prática de química. Aula experimental. Ensino de química.

## ABSTRACT

Chemistry teaching has the characteristic of being abstract and often difficult to learn, because of the difficult visualization of the content by the student and thus dispersing in the classroom. Teaching must go beyond the traditional, making use, whenever possible, of didactic tools in its methodology. Experimentation is an important tool to assist in visualization, and to attract the attention of the student, making learning more meaningful. In many institutions, chemistry labs are either non-existent or not functioning. An alternative is the making of didactic materials for use in the classroom. Alternatively a distillation apparatus made with alternative materials for simple, fractional and steam-distillation experiments was developed in this project. A manual was prepared that shows the step-by-step construction of each item in order to facilitate its construction by the teacher, and presents themes that can be used to contextualize theory with practice. An average cost survey of the purchase of alternative materials was carried out to compare with the average purchase cost of conventional glassworks. As a result of this research it was found that the cost of making distillers with alternative materials is much cheaper, being about 10 times cheaper for simple distillation, 6 times cheaper for fractional distillation, and about 7 times cheaper for the steam distillation. It was also evaluated the acceptance of the manual and its applicability by educators and it can be verified high acceptance. In state and municipal colleges there is less space to apply this methodology, mainly in the classes that contain many students, and the teacher a short time, about one hour and a half per week. In contrast, in the federal institution the occurrence of experiments is higher, because they have more class time per week, and even laboratories in operation.

Keywords: Distillers. Teaching materials. Chemistry practice. Experimental class. Chemistry teaching.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 01 – Pintura de um alquimista em seu laboratório .....                          | 21 |
| Figura 02 – Esquema simplificado de destilação por arraste a vapor .                   | 22 |
| Figura 03- Destilação simples com materiais alternativos .....                         | 23 |
| Figura 04 – Destilação por arraste a vapor com materiais alternativos                  | 24 |
| Figura 05 – Destilação simples com materiais alternativos .....                        | 25 |
| Figura 06 – Modelo de destilação simples .....   | 29 |
| Figura 07 – Modelo de destilação fracionada .....                                      | 30 |
| Figura 08 – Modelos de arraste a vapor .....   | 30 |
| Figura 09 – Suporte universal feito com tábua de madeira e cabo de vassoura .....      | 31 |
| Figura 10 – Condensador feito com garrafa PET, antes e depois .....                    | 32 |
| Figura 11 – Lâmpada e redução de $\frac{3}{4}$ para $\frac{1}{2}$ de PVC .....         | 32 |
| Figura 12 – Balão de destilação feito com lâmpada .....                                | 33 |
| Figura 13 – Teste do vidro da lâmpada .....  | 33 |
| Figura 14 – Base da lâmpada .....  | 34 |
| Figura 15 – Pavio feito de tecido .....  | 34 |
| Figura 16 – Lamparina servindo de Bico de Bunsen .....                                 | 35 |
| Figura 17 – Cabeça de destilação presa ao suporte .....                                | 36 |
| Figura 18 – Cabeça de destilação e balão sendo testados .....                          | 36 |
| Figura 19 – Garras presas no suporte de madeira .....                                  | 37 |
| Figura 20 – Aparelhagem presa com garras .....   | 38 |
| Figura 21 – Materiais utilizados para realizar marcações de 10mL em 10mL no pote ..... | 38 |
| Figura 22 – Tubo de PVC, luva de PVC, bolinhas de gude .....                           | 39 |
| Figura 23 – Vista lateral da coluna de fracionamento .....                             | 39 |
| Figura 24 – Nipel de PVC de $\frac{3}{4}$ " .....                                      | 40 |
| Figura 25 – Peças de PVC unidas de forma a possibilitar o experimento .....            | 40 |
| Figura 26 – Destilação simples com materiais alternativos .....                        | 41 |
| Figura 27 – Destilação fracionada com materiais alternativos .....                     | 42 |
| Figura 28 – Arraste a vapor com materiais alternativos .....                           | 42 |

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| Quadro 01 – Custo médio dos materiais para destilação simples com materiais alternativos ..... | 43 |
| Quadro 02 – Custo médio para a Destilação fracionada com materiais alternativos .....          | 44 |
| Quadro 03 – Custo médio para a Destilação por Arraste à vapor ....                             | 44 |
| Quadro 04 – Custo médio para destilação simples com vidrarias convencionais .....              | 45 |
| Quadro 05 – Custo médio para destilação fracionada com vidrarias convencionais .....           | 45 |
| Quadro 06 – Custo médio para destilação por arraste a vapor com vidrarias convencionais .....  | 46 |
| Quadro 07 – Tempo de atuação no magistério .....   | 47 |
| Quadro 08 – Laboratórios de química em funcionamento .....                                     | 47 |
| Quadro 09 – Periodicidade dos experimentos em sala de aula .....                               | 48 |
| Quadro 10 – Periodicidade de experimentos em laboratório .....                                 | 48 |
| Quadro 11 – Periodicidade de experimentos em ambiente diferenciado .....                       | 49 |

## **Lista de siglas**

|       |  |
|-------|--|
| PIBID | Programa Institucional de Iniciação a Docência     |
| Y-PVC | Conexão de Policloreto de Vinila em formato de “Y” |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 13 |
| <b>2 OBJETIVOS</b> .....  | 15 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL .....  | 15 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 15 |
| <b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....  | 16 |
| <b>4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....  | 17 |
| 4.1 ENSINO DE QUÍMICA .....   | 17 |
| <b>4.1.1 Experimentação</b> .....   | 18 |
| 4.2 DESTILADORES .....  | 21 |
| <b>4.2.1 História da destilação</b> .....   | 21 |
| <b>4.2.2 Processos químicos da destilação</b> .....                                       | 22 |
| <b>4.2.3 Destiladores alternativos</b> .....  | 23 |
| <b>5 METODOLOGIA</b> .....  | 26 |
| 5.1 CONSTRUÇÃO DA APARELHAGEM DOS DESTILADORES<br>UTILIZANDO MATERIAIS ALTERNATIVOS ..... | 26 |
| 5.2 CUSTOS DOS MATERIAIS ALTERNATIVOS .....   | 27 |
| 5.3 MONTAGEM DE UM MANUAL .....   | 28 |
| 5.4 AVALIAÇÃO POR PARTE DOS EDUCADORES .....  | 28 |
| <b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | 29 |
| 6.1 CONSTRUÇÃO DOS DESTILADORES .....   | 29 |
| 6.2 DEMONSTRAÇÃO RELAÇÃO CUSTO BENEFÍCIO DO USO<br>DE MATERIAIS ALTERNATIVOS .....        | 43 |
| <b>6.2.1 Custo médio de compra dos materiais alternativos</b> .....                       | 43 |
| <b>6.2.2 Custo médio com uso de vidrarias convencionais</b> .....                         | 45 |
| 6.3 CONFECÇÃO DO MANUAL .....   | 47 |
| 6.4 AVALIAÇÃO POR PARTE DOS EDUCADORES .....  | 47 |
| <b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....   | 53 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | 55 |
| <b>APÊNDICES</b> .....  | 58 |

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de química nas escolas, muitas vezes apresenta diferentes deficiências e a disciplina química é tida como uma das mais difíceis para os alunos. Esse aprendizado deveria nos tornar cidadãos com mais conhecimento para poder avaliar fenômenos do cotidiano, para agir ou tomar melhores decisões sobre esses aspectos. Os modelos que usamos são aproximações facilitadoras que nos permitem entender a realidade e fazer algumas generalizações (CHASSOT, 2003).

É de extrema importância que a experimentação esteja incluída no processo ensino-aprendizagem, de forma a facilitar o aprendizado e demonstrar ao aluno, de forma contextualizada, que a química está inserida no cotidiano (JUNIOR et al., 2008). Nesse contexto, tendo por objetivo a criação de ferramentas para facilitar a construção do conhecimento, o presente trabalho trata da elaboração de um manual didático para a confecção de destiladores com materiais alternativos. Deste modo, o professor poderá incluir a experimentação em seu plano de aula, não sendo necessário um laboratório em pleno funcionamento para tal.

Na literatura existem alguns exemplos de confecção de destiladores de baixo custo (LORENZO et al., 2010; GUIMARÃES et al., 2000; SARTORI et al., 2009) e nesse trabalho foram confeccionados três tipos de destiladores a partir de materiais de reciclagem e reuso, sendo eles: Destilação simples, destilação fracionada e destilação por arraste a vapor.

A partir da confecção do destilador citado anteriormente, foi desenvolvido um manual didático, contendo instruções para a montagem do mesmo por professores e alunos do ensino médio, incluindo algumas sugestões de tema que possam ser abordados utilizando o destilador para os diferentes tipos de destilação.

O material foi avaliado por professores de química do ensino médio, em instituições municipais, federais e estaduais através da apresentação do manual e de partes do destilador, bem como de fotos e vídeos do seu funcionamento e confecção, além da realização de uma pesquisa e do preenchimento de um questionário pelos professores.

Os custos dos materiais alternativos foram organizados para realizar um levantamento do custo médio de produção em comparação com o custo de compra de destiladores de vidrarias convencionais, onde foi constatada grande economia

por ser mais barato, sendo cerca de dez vezes mais barato para a destilação simples, seis vezes mais barato para destilação fracionada, e cerca de sete vezes mais barato para o arraste a vapor.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Confeccionar destiladores com materiais alternativos e de baixo custo, com o intuito de serem empregados como ferramenta didática no ensino de química.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Construir aparelhagens para destilação simples, fracionada e arraste a vapor de água com materiais alternativos.

Comparar gastos financeiros entre destiladores convencionais e os obtidos por materiais alternativos.

Confeccionar um manual descritivo e ilustrado sobre a construção dos destiladores voltados para o público docente, de forma a abordar temas teóricos como forças intermoleculares, funções orgânicas, geometria molecular, ponto de ebulição, pressão de vapor, mudança de estado físico, misturas homogêneas e heterogêneas, e processos de separação de misturas, que podem ser associados aos experimentos.

Avaliar a aceitação da proposta didática do projeto em questão, a partir de um questionário apresentado a docentes.

### 3 JUSTIFICATIVA

Segundo o Portal MEC (2018) a taxa de evasão escolar apresentou uma queda expressiva entre 2007 e 2013, mas o comportamento se altera em 2014, quando a taxa volta a subir. Como indicado na pesquisa do Portal INEP (2018), no ano de 2016 e 2017 a taxa total de evasão do Ensino médio foi de 6,6% e 6,1%, respectivamente, valor muito acima dos anos anteriores, 2015 e 2014, na qual essa taxa estava em 1,9% e 2,2%, respectivamente.

A proposta do presente projeto é auxiliar na etapa de elaboração de ferramentas didáticas alternativas, mais especificamente, na elaboração de um manual de apoio que permita ao docente confeccionar destiladores com materiais alternativos e de baixo custo para utilizar em suas aulas, como ferramenta para trabalhar diferentes tópicos inerentes aos processos decorrentes das destilações.

A motivação em confeccionar os destiladores a partir de materiais alternativos se deu a partir da disciplina de Química em Sala de Aula I na faculdade de Licenciatura em Química no Instituto Federal do Rio de Janeiro *Campus* Duque de Caxias, onde foram alcançados resultados muito satisfatórios tanto na execução, quanto na aplicação, naquele momento, e assim surgiu a ideia de levar esse projeto adiante para auxiliar docentes e discentes de instituições com laboratório deficiente, ou com baixo orçamento, ou ainda que não possuíssem laboratório, dificultando a execução de aulas experimentais.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1 ENSINO DE QUÍMICA

O Ensino de Química nas escolas possui algumas dificuldades e é normalmente considerado pelos alunos como uma disciplina complexa (SILVA, A. M., 2011). O conteúdo pode ser ministrado diferente da forma tradicional, onde o professor é sujeito ativo do processo e transmite o conhecimento para os alunos de forma teórica (SANTOS, 2011). Como, por exemplo, no estudo de Silva e Marcondes (2015) onde foram reunidos 17 professores de Química de Ensino Médio em São Paulo, e foi proposto criar uma abordagem didática em que se estabeleça a situação problema, a visão geral do problema, conhecimentos específicos de química e a nova leitura do problema, de uma forma contextualizadora e com perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Com o acompanhamento dos autores do artigo, os docentes criaram e aplicaram em suas turmas essa metodologia e como resultado foi exposto que a construção de materiais didáticos se mostrou uma alternativa eficaz na formação dos professores de química.

A aula de química poderia ser contextualizada com o cotidiano ou aplicabilidade para promover maior interesse dos discentes. O Currículo deve ser uma relação dos assuntos que professores e alunos compartilham e que devem ser trabalhados na forma de um processo cognitivo e social aonde surgem oportunidades de aprendizado (Ministério da educação- Lisboa, 2001).

Como disse Trevisan e Martins (2008, p. 2):

(...) os professores necessitam assumir o papel de agentes de transformação, para que mudanças ocorram. Essa postura é de fundamental relevância para que a escola venha a ser uma escola onde exista a relação do teórico com o prático vivenciado pelo aluno.

De acordo com Freire (1996), muitas vezes o conteúdo é transmitido de forma “bancária”, esse ensino tradicional teórico pouco contribui para a formação de cidadãos críticos, tornando-se útil somente para manter o status *quo* (COELHO e MARQUES, 2017). Criar alunos reflexivos e questionadores não é o mais comum e também não é o mais fácil de trabalhar, quando pensamos do ponto de vista do professor imerso no ensino tradicional. Como disse Chassot (2003), a globalização

confere novas realidades à educação, e o ensino de química tem como objetivo formação de cidadãos conscientes e críticos.

Esse ensino, permite que o aluno questione, dificultando o controle da turma pelo educador, tornando-se uma situação desconfortável e constrangedora. Segundo Freire (1996, p. 25)

(...) é importante que o educando mantenha vivo em si o gosto pela rebeldia que, aguçando a sua curiosidade e estimulando a sua capacidade de arriscar-se, de aventurar-se, de certa forma o “imuniza” contra o poder apassivador do “bancarismo”.

Atualmente, o Ensino de Química não forma cidadãos críticos que possuem capacidade de participar ativamente na sociedade, do ponto de vista científico, (GOUVEIA et al. 2009). E, como exposto por Gomes (2016), a deficiência quanto à infraestrutura da escola é outro fator de impacto negativo na motivação do discente. O local de ensino normalmente não está equipado com biblioteca, sala de informática, laboratório e materiais didáticos suficientes. Então o professor deve ser mediador da construção do conhecimento auxiliando o potencial do aluno para interagir cientificamente como cidadão (LEÃO, 1999; VIGOSTSKI, 1991).

#### **4.1.1 Experimentação**

Segundo Motimer, Machado e Romanelli (2000), o processo de Ensino de Ciências possui três aspectos, o Teórico, o Fenomenológico e o Representacional, e normalmente o representacional é mais enfatizado do que os outros dois pelos currículos e livros vigentes. O teórico abrange as informações relacionadas a conceitos abstratos como átomos, moléculas, íons. O representacional abrange os gráficos, tabelas, equações químicas e matemáticas. Já o fenomenológico trata de demonstrar os fenômenos visíveis de forma direta, como uma mudança de estado, ou de forma indireta como uma reação de oxi-redução, que é preciso de um espectrofotômetro ou um pHmetro para analisarmos as mudanças.

Trabalhar o aspecto fenomenológico em sala, relacionando com a teoria e as representações, torna-se de crucial importância para tornar o ensino significativo. E para que as aulas experimentais possam ocorrer em sala ou em laboratório, trazendo esses fenômenos como parte do ensino, é preciso que exista um suporte

por parte da instituição, dando laboratórios, e materiais de apoio para tornar possíveis os experimentos.

Porém, como aponta na pesquisa de Dominguni *et al.* (2012), onde foi aplicada uma metodologia qualitativa descritiva, com uso de entrevista e questionário para 23 professores de 14 escolas públicas do sul de Santa Catarina, buscando conhecer suas maiores dificuldades e suas maiores facilidades, a falta de recursos tecnológicos e materiais de apoio foi citada como umas das principais dificuldades encontradas nos colégios da região.

Neste contexto, nota-se a deficiência de laboratórios em pleno funcionamento. Como disse Silva e Machado (2008, p. 242):

Dentre as causas mais frequentes alegadas para o não funcionamento dos laboratórios, destacam-se: a falta de professores ou técnicos responsáveis por estes ambientes, a grande rotatividade de professores nas escolas, a dificuldade de adequar aulas experimentais à carga horária de química, e o remanejamento de professores para sala de aula. Além disso, foi ressaltado que o espaço físico reservado aos laboratórios é pequeno para o número de alunos existentes por turma (média 35 alunos), e, também, que existem problemas com as instalações hidráulica e elétrica.

Considerando essas informações pode-se notar a importância de aulas experimentais em paralelo com uma metodologia expositiva, relacionando os conteúdos teóricos com os conteúdos das aulas práticas. E para isso é importante que a aula seja significativa, ou seja, que consiga fazer com que o aluno interaja da melhor forma possível no processo de descoberta.

Segundo Guimarães (2009, p.200):

As aulas expositivas são fundamentais durante e após as investigações no laboratório, pois sem elas “o conteúdo ficaria solto”, dando a sensação aos aprendizes de que o conteúdo não tivesse sido trabalhado. Isso significa que os melhores resultados na aprendizagem ocorrem quando há aulas de reflexão concomitante e após a investigação.

As aulas experimentais tornam-se ineficazes quando realizadas de forma mecânica e sem que haja um problema ou criação de hipótese e confirmação ou não através da experimentação.

De modo a tornar a aula experimental mais atrativa e menos distante da realidade dos alunos, o emprego de materiais que não sejam aqueles presentes em um laboratório, como bécheres, balões volumétricos, dentre outros, pode ser uma alternativa quer seja para um primeiro contato de alunos com experimentos simples de química, quer seja pela falta de um laboratório ou inadequadamente estruturado. Para que a inclusão de experimentos em sala se dê de forma significativa, é preciso

previamente conhecer a realidade dos alunos, acompanhando as aulas, aliando-a a uma metodologia problematizadora com o objetivo de estimular os alunos a criar hipóteses e tentar, através da experimentação, confirmá-las.

Sobre o uso de experimentação para o ensino podemos dizer que “ação e reflexão não podem ser destituídas uma da outra” (JUNIOR et al., 2008). A metodologia do experimento não pode ser um mero passo a passo, pois assim o aluno não é desafiado à ação frente à reflexão, e, portanto, não é significativa.

Segundo Guimarães (2009, p.200):

[...] a mera inserção dos adolescentes em atividades práticas não é fonte de motivação. É necessário que haja o confronto com problemas, a reflexão em torno de ideias inconsistentes por eles apresentadas. Para isso, deve levar-se em consideração os modelos alternativos por eles demonstrados e compará-los aos aceitos cientificamente.

Alguns dos principais fatores para o declínio da qualidade do ensino de química nos dias de hoje são, dentre outros, o desinteresse dos alunos e o fato de existirem poucas aulas experimentais. Algumas escolas não possuem laboratório e outras que possuem, não designam um professor para ficar responsável ou não reservam verba para manutenção periódica (Silva, A. M. 2011).

Das aulas experimentais que podem ser dadas, vamos nos ater a três diferentes tipos de destilação. Para isso precisamos de todas as vidrarias que compõe um destilador, e por isso vamos nos aprofundar um pouco nesse processo físico de separação de misturas.

## 4.2 DESTILADORES

### 4.2.1 História da destilação

Os alquimistas possuíam uma proposta bastante audaciosa, buscavam transmutar metais em ouro e produzir o elixir da longa vida. A química não era estudada da forma como é atualmente, antigamente o estudo e manipulação das transformações químicas eram vistas como algo ruim, e na maioria das vezes realizadas às escondidas, como visto na figura 01, que representa um alquimista com o laboratório bagunçado, sem janelas, vários equipamentos e muitos papéis espalhados.

Figura 01 – Pintura de um alquimista em seu laboratório.



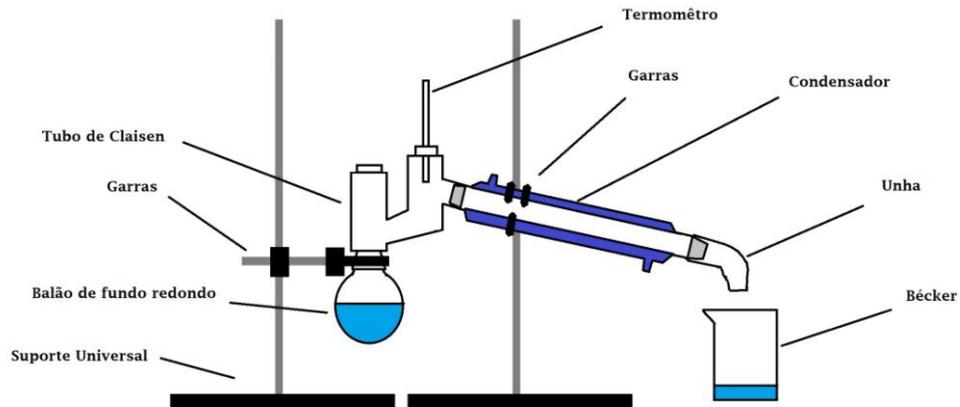
Fonte: O Alquimista, *pintura de David Teniers the Younger (entre 1640~1650)*.

Nessa busca pela pedra filosofal, que teria uma grande fonte de poder para transmutações, muitos charlatões apareceram alegando que obtiveram êxito em suas buscas como alquimistas, e conseguiram enganar muitas pessoas que pagavam pelos seus serviços.

Segundo NEVES e FARIAS (2011) como pouco se sabia de química, os alquimistas criaram teorias envolvendo o aspecto das substâncias e as transformações visíveis, e para testar essas teorias desenvolveram experimentos que eram amplamente utilizados e aperfeiçoados. Nos seus experimentos utilizavam amplamente a calcinação e a destilação para fazer as suas transformações e com

isso, contribuíram descobrindo vários novos elementos e produziram dezenas de equipamentos e métodos que hoje são muito comuns em laboratório de química, no formato como exemplificado no esquema na figura 02.

Figura 02 – Esquema simplificado de destilação por arraste a vapor



Fonte: Arquivo próprio.

#### 4.2.2 Processos químicos da destilação

A destilação veio a ser utilizada ao longo da história no processo de fabricação de diversos produtos, como por exemplo, a cerveja, o vinho, perfume e hidrocarbonetos derivados do petróleo.

Consiste em um método de separação que leva em consideração o ponto de ebulição das substâncias que se deseja separar. Eleva-se a temperatura para que as frações mais leves da mistura passem para o estado gasoso, sendo posteriormente condensadas, e este produto resultante, chamado de destilado, tem uma quantidade muito maior da substância de menor ponto de ebulição do que a de maior ponto de ebulição.

Tanto na produção de cerveja quanto na produção de vinho, o método de destilação simples é utilizado para separar as frações resultantes da fermentação do mosto\*. Na fabricação de perfume é utilizado o método de arraste a vapor para extrair os óleos essenciais das plantas. E nas refinarias de petróleo é utilizada a destilação fracionada para separar os hidrocarbonetos provenientes do petróleo.

\* Mosto – Todo tipo de mistura açucarada destinada à fermentação alcoólica.

### 4.2.3 Destiladores alternativos

Existe uma escassez de artigos científicos relacionados à utilização de destiladores confeccionados com materiais alternativos.

No trabalho de Lorenzo et al. (2010), que tem por objetivo descrever e compartilhar materiais produzidos no PIBID na Paraíba, dentre os quais um destilador. O destilador foi fabricado com poucos materiais, sendo necessária uma lâmpada, uma mangueira flexível, uma rolha e uma garrafa PET, figura 03. Servindo para destilação simples, sendo que este trabalho apresentava a ideia, mas não um passo a passo para a confecção.

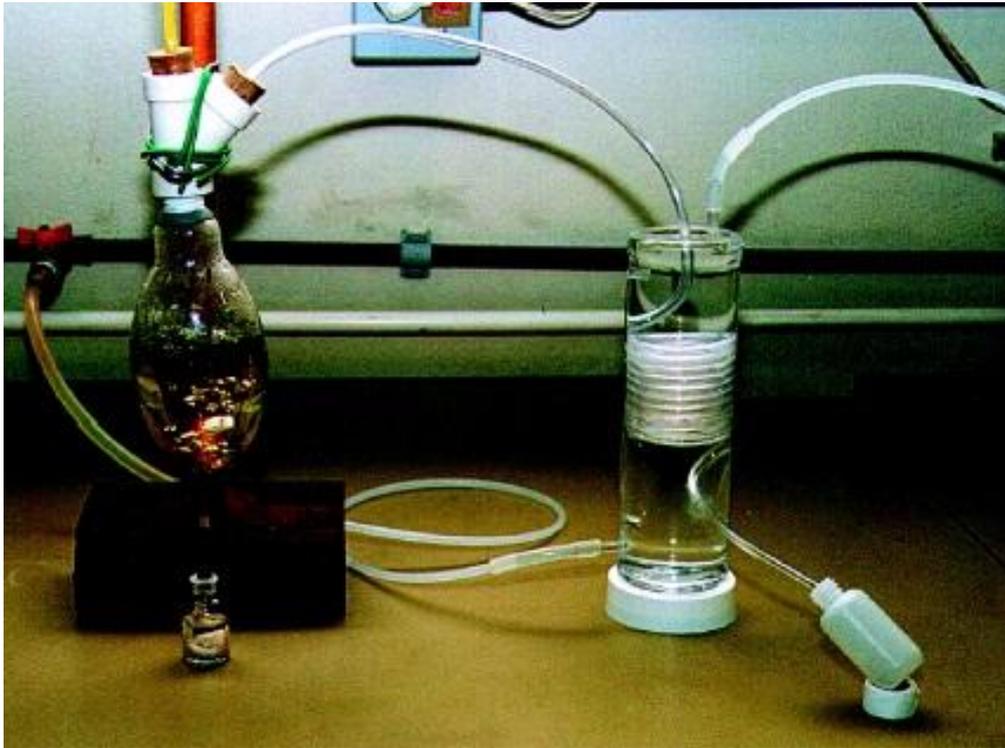
Figura 03- Destilação simples com materiais alternativos.



Fonte: Lorenzo et al. (2010)

O artigo de Guimarães et al. (2000) trata de arraste a vapor e apresenta a teoria de extração dos óleos essenciais, a partir da proposta de um destilador confeccionado com materiais alternativos, apresentado na figura 04. Não foi mostrado o passo a passo da construção, mas foi possível extrair os óleos essenciais, confirmados através do odor e de reação com permanganato de potássio.

Figura 04 – Destilação por arraste a vapor com materiais alternativos.

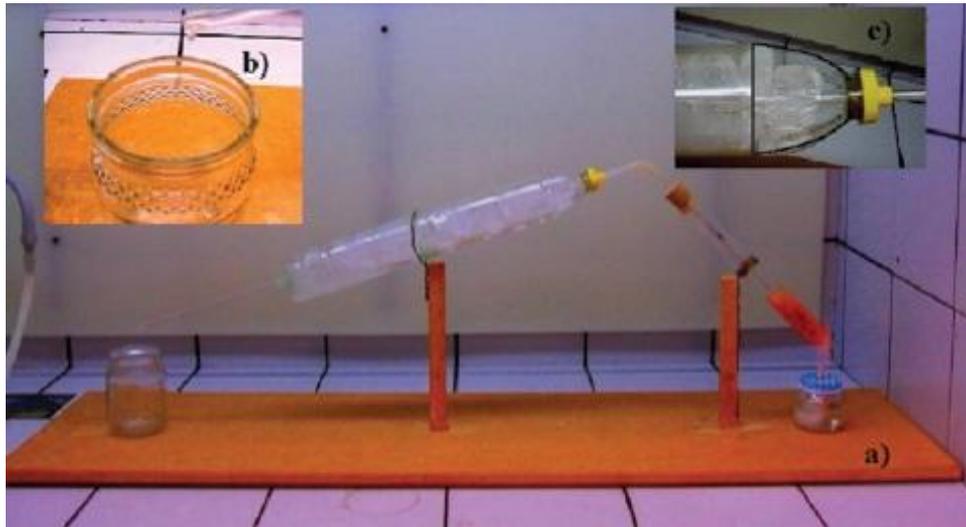


Fonte: Guimarães et al (2000)

Essa fonte também foi consultada para a confecção do primeiro destilador e acrescentou várias ideias como o uso da redução de PVC e do T-PVC, um suporte de madeira semelhante ao suporte universal e confecção de uma lamparina.

Analisou-se também a pesquisa de Sartori et al. (2009), apresentada na figura 05, onde foi apresentado um destilador com materiais alternativos como ferramenta didática para melhor compreensão dos fenômenos envolvidos, e separou-se, com resultado eficiente, uma mistura de água com corante alimentício. E a partir deste artigo foram adicionados os arames ou fios para fixação do balão (lâmpada) no suporte (tábua de madeira), e o Becker (pote de vidro) com marcação para quantificação dos resultados.

Figura 05 – Destilação simples com materiais alternativos.



Fonte: Sartori et al. (2009)

A confecção da aparelhagem de destilação deste trabalho foi baseada principalmente nos artigos citados anteriormente, buscando peças fáceis de encontrar, baratas, e preferencialmente de materiais reciclados e de reuso.

## 5 METODOLOGIA

### 5.1 CONSTRUÇÃO DA APARELHAGEM DOS DESTILADORES UTILIZANDO MATERIAIS ALTERNATIVOS

Em um experimento de Destilação Simples são necessárias algumas vidrarias: suporte universal, balão de fundo redondo, cabeça de destilação, garras, condensador, becker e bico de *Bunsen* ou manta. Entretanto, para um experimento de Destilação fracionada é preciso acrescentar uma coluna de fracionamento. E para uma Destilação por arraste a vapor é preciso acrescentar algo semelhante a um Tubo de *Claisen*, a princípio, como o do modelo da figura 02 no item 4.2.1.

Buscando confeccionar uma aparelhagem de destilação com materiais alternativos, foi utilizado como modelo inicial um projeto baseado nos destiladores expostos no item 4.2.3. Destiladores alternativos e listados a seguir os materiais que precisaram ser comprados: massa epóxi, bucha de redução  $\frac{3}{4}$  para  $\frac{1}{2}$ , Y-PVC ou T-PVC, mangueira de gasolina (mangueira de nível), fio de arame galvanizado de 6 mm, lixa de madeira, tubo de PVC  $\frac{3}{4}$ , luva roscável de PVC  $\frac{3}{4}$ , tarraxa  $\frac{3}{4}$ , plug de rosca PVC  $\frac{3}{4}$ , registro de PVC  $\frac{3}{4}$ , nipel PVC  $\frac{3}{4}$ .

Entretanto outros itens, também necessários, não precisaram ser comprados, pois foram reutilizados de casa, como palitos de fósforo, tesoura, martelo, pregos, alicate de ponta, arco e serra, caneta para retroprojeter, bolas de gude e seringa 10 mL.

Alguns materiais precisaram de uma busca mais demorada, inclusive solicitando auxílio a amigos e parentes, mas não precisaram ser comprados, por serem materiais de reuso, que provavelmente seriam descartados, são estes: tábua de madeira, pote de vidro, cabo de vassoura, garrafa pet de 2L, lâmpada incandescente queimada, rolha de cortiça, arruela e pedaço de tecido.

## 5.2 CUSTOS DOS MATERIAIS ALTERNATIVOS

A pesquisa consistiu em verificar o preço e a disponibilidade dos materiais necessários para a confecção da aparelhagem de forma a demonstrar um comparativo dos insumos que foram necessários para o projeto.

A pesquisa de custo dos materiais se concentrou principalmente em uma loja física de Material de construção e nos *sites* de venda de outras duas lojas de materiais de construção.

Entretanto a pesquisa do custo das vidrarias convencionais se concentrou somente em lojas online, foram seis fornecedores consultados ao todo.

Os dados, depois de agrupados em tabelas, foram analisados para responder as seguintes perguntas:

- Preço total médio do destilador com materiais alternativos para destilação simples, fracionada e arraste a vapor;
- Preço médio da aparelhagem de destilação com vidrarias convencionais para destilação simples, fracionada e arraste a vapor;
- Comparativo entre os custos médios totais.

### 5.3 CONFECÇÃO DO MANUAL

O manual, apresentado no APENDICE A, foi confeccionado em material impresso e encadernado e buscou-se acrescentar ferramentas para o professor trabalhar no tema “destilação”, para isso precisou incluir basicamente o passo a passo da confecção de toda a aparelhagem. Buscou-se incluir figuras suficientes, e informações detalhadas da montagem. Mostrando assim o passo a passo de todos os componentes que permitam a execução dos três experimentos: Destilação simples, fracionada e Arraste a vapor. A montagem e teste foram registrados no formato de fotos e vídeos.

### 5.4 AVALIAÇÃO DO MATERIAL

Foram entrevistados quatro docentes: um que leciona na rede estadual em São João de Meriti, um que leciona na rede municipal de Petrópolis e mais dois que lecionam no Instituto Federal do Rio de Janeiro no Campus Duque de Caxias.

O destilador do projeto foi apresentado aos docentes em sua totalidade, funcionando, ou cada peça montada de forma separada. Mostrou-se também o manual de confecção produzido, e vídeos e fotos da parte de construção.

Em seguida aplicou-se um questionário, representado no APÊNDICE B, que pretendia responder basicamente as seguintes questões: qual o perfil do educador, e se o mesmo utiliza aulas experimentais em sua metodologia, se avalia algum valor no atual projeto e se mudaria algo no manual, acrescentando ou removendo.

As perguntas do questionário são de dois modos, na forma de questões com respostas de múltipla escolha (fechada) e na forma de questões dissertativas (aberta). Com isso foi realizada uma análise dos questionários, e as questões fechadas foram analisadas e organizadas em tabelas, enquanto as respostas abertas foram analisadas e discutidas quanto aos seus pontos principais.

Foi assinado pelos participantes da pesquisa um TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO, apresentado no APÊNDICE C, demonstrando que a participação foi voluntária e permitindo o uso e divulgação dos dados coletados em pesquisas científicas.

Buscou-se a partir dessas análises verificar o quanto o atual projeto atendeu a proposta de ser uma ferramenta didática para a área/objeto de estudo.

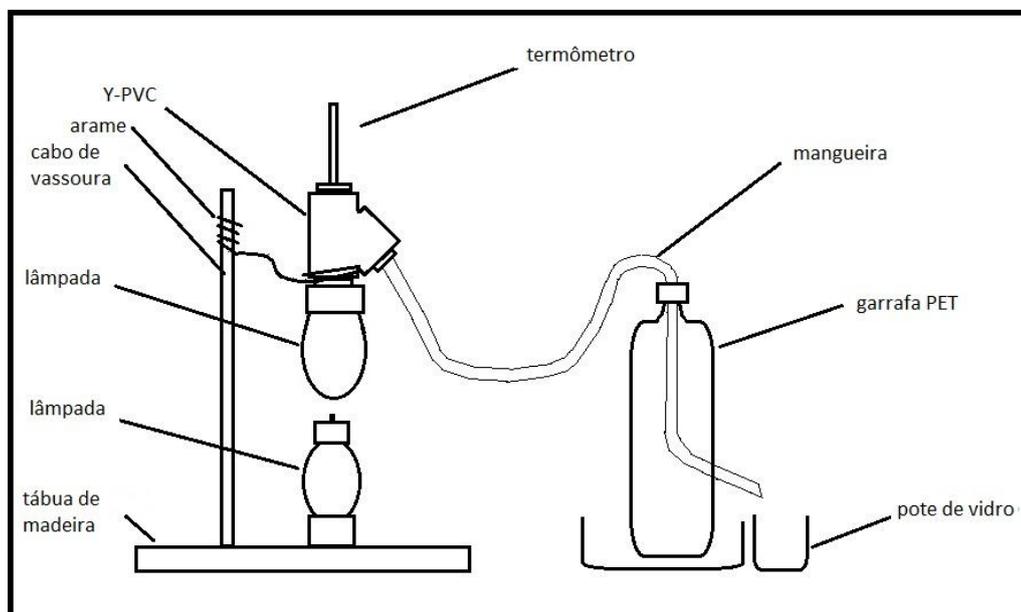
## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 CONSTRUÇÃO DOS DESTILADORES

A ideia inicial da confecção do destilador foi a partir de outros artigos, como citado no tópico 4.2.3, para apresentação em uma aula de Química em sala de aula. No entanto, para o atual projeto foi preciso detalhar a ideia no papel, dessa forma ficou mais fácil de avaliar quais materiais seriam comprados, quais seriam procurados e quais já se tinha.

Alguns dos esboços foram desenhados e depois estão representados no esquema da figura 06.

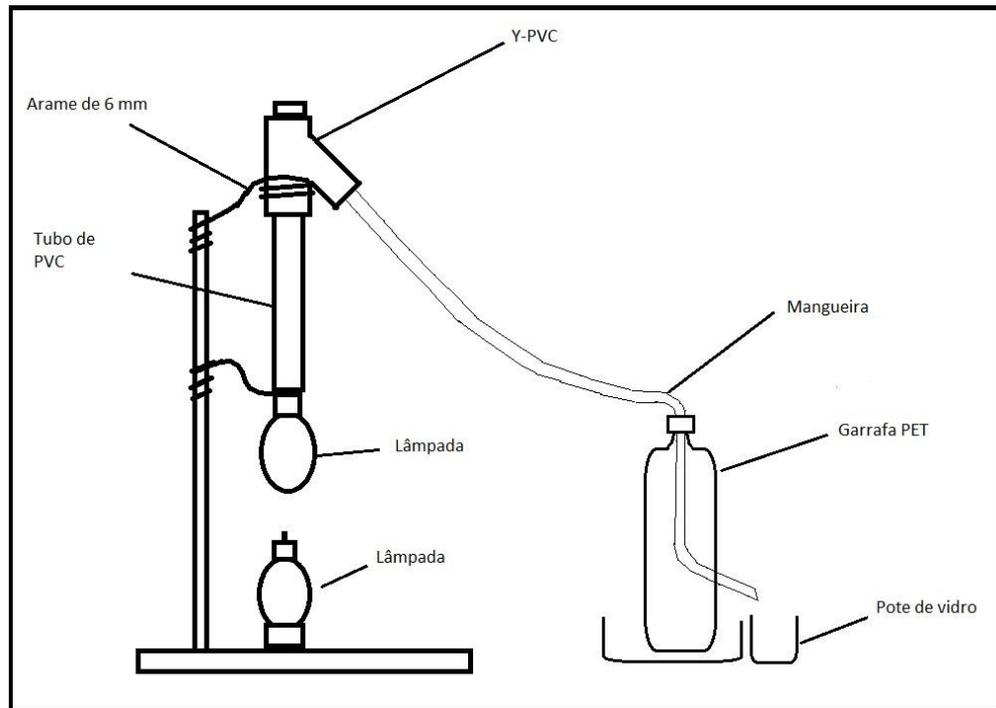
Figura 06 – Modelo de destilação simples



Fonte: Arquivo próprio.

Já para o experimento de destilação fracionada foi preciso confeccionar uma coluna de fracionamento, porém não foi encontrado na literatura nenhum artigo que representava esta parte do destilador, então foi feita com um tubo de PVC, utilizando-se bolinhas de gude como recheio da coluna. Na figura 07 está representado como foi esquematizado o destilador

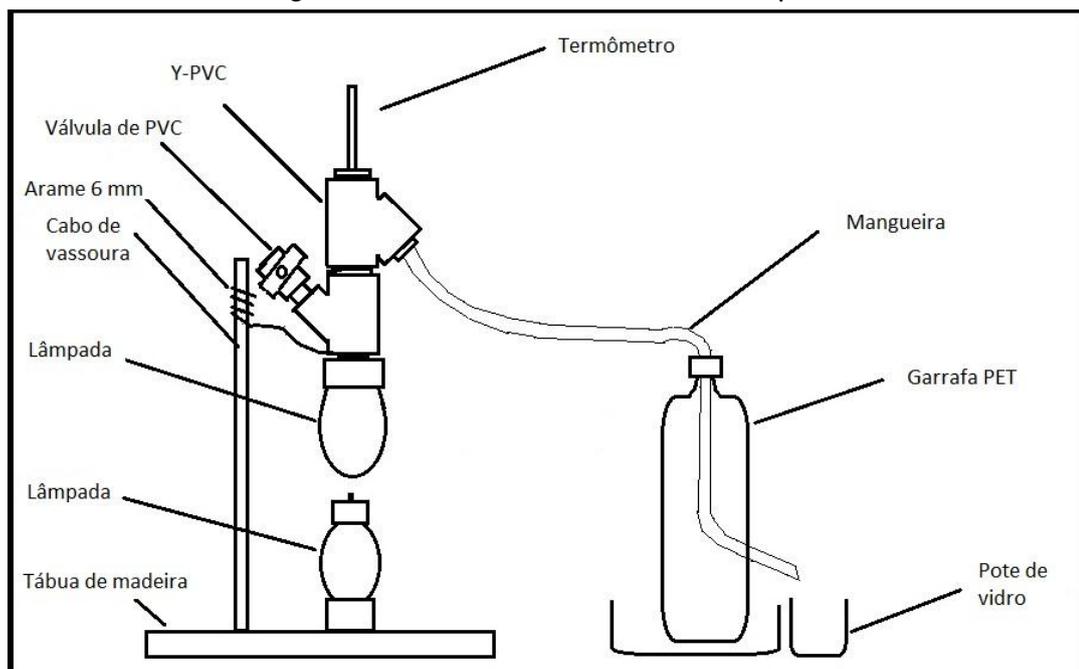
Figura 07 – Modelo de destilação fracionada



Fonte: Arquivo próprio.

E para o experimento de arraste a vapor, foi adicionado um Y-PVC, com o auxílio de dois niples de PVC de  $\frac{3}{4}$  e uma válvula. Assim é possível adicionar solvente durante o experimento. A figura 08 representa como ficou essa parte do experimento.

Figura 08 – Modelos de arraste a vapor



Fonte: Arquivo próprio.

Pode-se notar que, a maioria desses materiais são encontrados normalmente dentro de uma residência, pois são de uso comum. Buscaram-se, preferencialmente, itens de fácil acesso, de forma que boa parte seja encontrada para descarte, para reuso, ou por meio de compra por um preço bem acessível.

Iniciou-se a montagem pelas peças que já se tinham os materiais necessários. Primeiro foi feito o suporte universal, que consistia em uma peça de madeira e um pedaço de cabo de vassoura, como na figura 09.

Figura 09 – Suporte universal feito com tábua de madeira e cabo de vassoura



Fonte: Arquivo próprio.

Em seguida foi feito o condensador, que consistia em uma garrafa PET, uma mangueira de borracha e massa epóxi. Para que a massa epóxi ficasse bem presa à garrafa foi preciso lixar a superfície da garrafa antes de aplicar a massa.

O primeiro condensador, apresentado na figura 10, tinha alguns problemas. A saída era muito baixa e dificultava posicionar um Becker ou recipiente para colher o destilado. Outro problema era que a mangueira dava muitas voltas dentro da garrafa e o destilado se acumulava nos pontos baixos e não escoava para fora do condensador com facilidade. E também este não possuía refrigeração.

Para resolver o problema da refrigeração pensou-se em uma bombinha de aquário circulando a água da garrafa com uma vasilha com gelo para manter resfriado, mas como um dos objetivos deste projeto é tornar barato e acessível, não foi feito dessa forma. Para resfriar a água, o próprio condensador foi colocado dentro de uma vasilha com gelo, mas para isso foi feito um novo condensador com a saída mais alta e com a mangueira com inclinação.

Figura 10 – Condensador feito com garrafa PET, antes e depois.



Fonte: Arquivo próprio.

A próxima parte feita foi o balão de fundo redondo, que consistia em uma lâmpada sem as partes internas e com uma conexão de redução de  $\frac{3}{4}$ " para  $\frac{1}{2}$ " feita de Policloreto de Vinila (PVC), como apresentados na figura 11. Essas partes foram presas com uso de massa epóxi, como na figura 12. A redução serve para acoplar o balão à cabeça de destilação ou à coluna de fracionamento.

Figura 11 – Lâmpada e redução de  $\frac{3}{4}$  para  $\frac{1}{2}$  de PVC



Fonte: Arquivo próprio.

Figura 12 – Balão de destilação feito com lâmpada



Fonte: Arquivo próprio.

A lâmpada foi testada previamente na chama de um fogão de cozinha, figura 13, para avaliar se o vidro suportaria a temperatura durante o experimento. Numa lâmpada incandescente o seu filamento de tungstênio pode ultrapassar os 2000 graus, portanto, acredita-se que a temperatura de cerca de 100°C do experimento não danifique ou quebre a lâmpada.

Figura 13 – Teste do vidro da lâmpada



Fonte: Arquivo próprio.

Para o bico de Bunsen foi feita uma lamparina com outra lâmpada, figura 14, também sem a parte interna, mas com uma tampinha de garrafa servindo de base, colada com massa epóxi, e um pedaço de tecido servindo de pavio, como podemos observar na figura 15.

Figura 14 – Base da lâmpada



Fonte: Arquivo próprio.

Figura 15 – Pavio feito de tecido



Fonte: Arquivo próprio.

Como combustível testou-se querosene, álcool 46 INPM, álcool 92,8 INPM e álcool 95% de laboratório. O grau INPM é uma medida do teor alcoólico utilizada pelo Instituto de Pesos e Medidas que corresponde a quantidade de álcool absoluto em 100 gramas de solução hidro-alcoólica. O teste com querosene está apresentado na figura 16.

Figura 16 – Lamparina servindo de Bico de Bunsen



Fonte: Arquivo próprio.

O querosene produziu muita fuligem e a chama não ficou tão forte. Com o álcool 46 INPM, álcool hidratado com aproximadamente 46% de álcool, quase não funcionou e demorou a acender. Com o álcool 92,8 INPM e o 95% do laboratório acendeu bem rápido e a chama ficou bem forte. É importante comentar que existem muitos riscos na manipulação de álcool com fogo, portanto esse processo foi feito com muito cuidado e EPI's como luvas e óculos de segurança foram utilizados. O álcool 92,8 INPM é mais difícil de encontrar que os 46 INPM, mas ainda são encontrados em mercados, sendo que o 46 INPM é mais pra limpeza sendo achado por vezes com cor e aroma, esse tipo não deve ser utilizado, pois não se inflama com facilidade.

Para fazer a função da cabeça de destilação, foi utilizado uma Conexão de Policloreto de Vinila em formato de “Y” (Y-PVC) de  $\frac{3}{4}$ ”, com uma rolha de cortiça furada na parte superior aonde serviria para prender um termômetro e para acoplar a mangueira do condensador, e na parte inferior seria presa a lâmpada que está como balão de destilação, figura 17 e 18.

Figura 17 – Cabeça de destilação presa ao suporte



Fonte: Arquivo próprio.

Figura 18 – Cabeça de destilação e balão sendo testados



Fonte: Arquivo próprio.

Com o objetivo de fixar essas peças ao suporte universal, utilizou-se inicialmente uma pequena corda de tecido, porém percebeu-se que com o calor, o mesmo poderia desgastar-se. Assim, substituiu-se por um arame de 6 mm para servir de Garra. Foi empregado um alicate para fixar o arame ao suporte(cabo de vassoura) e a cabeça de destilação (Y-PVC), figura 19.

Figura 19 – Garras presas no suporte de madeira



Fonte: Arquivo próprio.

Nota-se que quando se retira o Y-PVC, o arame fica com o formato deste, como na figura 20, então num próximo uso, basta realizar o encaixe, sem ser necessário o uso de alicate novamente.

Figura 20 – Aparelhagem presa com garras



Fonte: Arquivo próprio.

Quanto ao Becker graduado confeccionou-se utilizando um pote de maionese de vidro. Para definir a graduação no material alternativo utilizou-se uma seringa de 10mL com água, e foi adicionado ao pote, marcando o volume com uma caneta. Esse processo foi repetido até 100mL, conforme a figura 21.

Figura 21 – Materiais utilizados para realizar marcações de 10mL em 10mL no pote



Fonte: Arquivo próprio.

Para o destilador com coluna de fracionamento foi empregado um tubo de PVC de aproximadamente 10 cm com os internos de bolinhas de gude, sendo utilizadas duas luvas com rosca para fixar na lâmpada e no Y-PVC, uma de cada lado do tubo. Conforme as figuras 22 e 23.

Figura 22 – Tubo de PVC, luva de PVC, bolinhas de gude



Fonte: Arquivo próprio.

Figura 23 – Vista lateral da coluna de fracionamento



Fonte: Arquivo próprio.

Foi verificado que durante o experimento, o fogo muito alto pode fazer com que a coluna de fracionamento perca a resistência e comece a ceder para o lado, então é importante ter cuidado para a chama não ficar muito forte.

Para efetuarmos a destilação por arraste a vapor foi preciso conectar um Y-PVC, um T-PVC e uma válvula com uso de alguns niples, figura 24, funcionando de forma semelhante a um tubo de Claisen. Possibilitando assim que seja adicionada água ou outro solvente ao longo do experimento. Essa parte pronta fica como na figura 25.

Figura 24 – Nipel de PVC de  $\frac{3}{4}$ "



Fonte: Arquivo próprio.

Figura 25 – Peças de PVC unidas de forma a possibilitar o experimento



Fonte: Arquivo próprio.

Os destiladores confeccionados com materiais alternativos, quando concluídos ficaram como nas figuras 26 a 28:

Figura 26 – Destilação simples com materiais alternativos



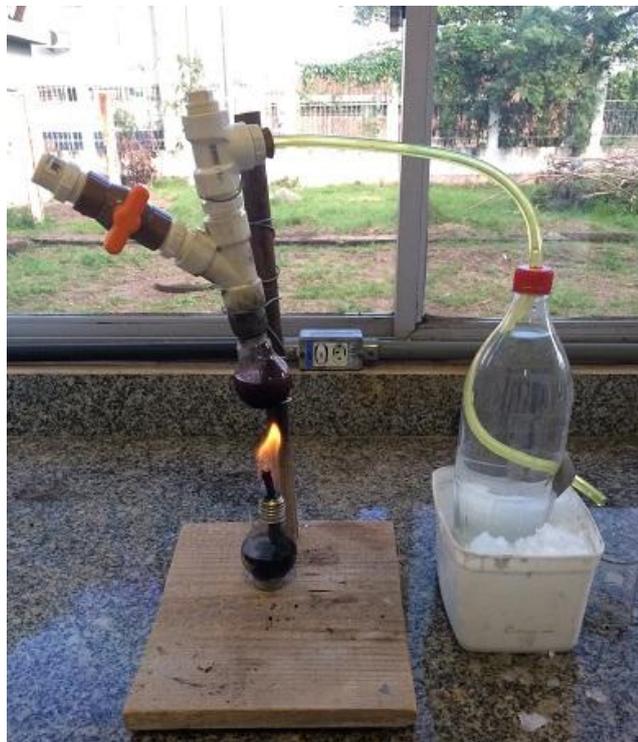
Fonte: Arquivo próprio.

Figura 27 – Destilação fracionada com materiais alternativos



Fonte: Arquivo próprio.

Figura 28 – Arraste a vapor com materiais alternativos



Fonte: Arquivo próprio.

## 6.2 DEMONSTRAÇÃO RELAÇÃO CUSTO BENEFÍCIO DO USO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS

Foi realizada uma pesquisa do preço aproximado, de acordo com item 5.1 de cada material para avaliar o custo da obtenção de cada um dos itens necessários para a confecção da aparelhagem de destilação. A lâmpada foi um item que foi um pouco mais difícil de encontrar, portanto algumas foram compradas, no valor médio de R\$4,99, um valor já considerável visto que para cada destilador usamos duas lâmpadas, mas ainda sim mais barato que as vidrarias convencionais.

### 6.2.1 Custo médio de compra dos materiais alternativos

A descrição detalhada dos valores pesquisados para a compra dos materiais para confeccionar a aparelhagem de destilação simples apresenta-se ilustrada no quadro 01. Considerando os valores descritos obtivemos um valor médio de R\$ 29,06 empregados para os materiais alternativos.

Quadro 01 – Custo médio dos materiais para destilação simples com materiais alternativos

| Materiais   | Fornecedor 1     | Fornecedor 2     | Fornecedor 3     | Média            |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Massa epóxi (durepox 100g)                        | R\$ 12,90        | R\$ 9,95         | R\$ 6,97         | R\$ 9,94         |
| Bucha de redução $\frac{3}{4}$ para $\frac{1}{2}$ | R\$ 1,00         | R\$ 1,39         | R\$ 0,72         | R\$ 1,04         |
| Y-PVC ou T-PVC $\frac{3}{4}$                      | R\$ 2,90         | R\$ 3,90         | R\$ 3,09         | R\$ 3,30         |
| Mangueira de gasolina (m)                         | R\$ 3,50         | R\$ 2,50         | R\$ 3,44         | R\$ 3,15         |
| Fio de arame galvanizado 6mm                      | R\$ 6,90         | R\$ 10,99        | R\$ 10,90        | R\$ 9,60         |
| Plug de rosca PVC $\frac{3}{4}$                   | R\$ 0,70         | R\$ 1,19         | R\$ 0,64         | R\$ 0,84         |
| Lixa de madeira                                   | R\$ 0,60         | R\$ 1,70         | R\$ 1,30         | R\$ 1,20         |
| <b>Total</b>                                      | <b>R\$ 28,50</b> | <b>R\$ 31,62</b> | <b>R\$ 27,06</b> | <b>R\$ 29,06</b> |

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Para a aparelhagem de destilação fracionada foi preciso incluir a coluna de fracionamento, que faria a função de uma coluna *Vigreux*. Os materiais confeccionados anteriormente para destilação simples, Quadro 01, a um custo médio de R\$ 29,06, acrescido de alguns itens, resultando no total de R\$ 62,68, conforme o quadro 02.

Quadro 02 – Custo médio para a Destilação fracionada com materiais alternativos

| Materiais   | Fornecedor 1 | Fornecedor 2 | Fornecedor 3 | Média     |
|---|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Massa epóxi (durepox 100g)                        | R\$ 12,90    | R\$ 9,95     | R\$ 6,97     | R\$ 9,94  |
| Bucha de redução $\frac{3}{4}$ para $\frac{1}{2}$ | R\$ 1,00     | R\$ 1,39     | R\$ 0,72     | R\$ 1,04  |
| Y-PVC ou T-PVC $\frac{3}{4}$                      | R\$ 2,90     | R\$ 3,90     | R\$ 3,09     | R\$ 3,30  |
| Mangueira de gasolina (m)                         | R\$ 3,50     | R\$ 2,50     | R\$ 3,44     | R\$ 3,15  |
| Fio de arame galvanizado 6mm                      | R\$ 6,90     | R\$ 10,99    | R\$ 10,90    | R\$ 9,60  |
| Plug de rosca PVC $\frac{3}{4}$                   | R\$ 0,70     | R\$ 1,19     | R\$ 0,64     | R\$ 0,84  |
| Lixa de madeira                                   | R\$ 0,60     | R\$ 1,70     | R\$ 1,30     | R\$ 1,20  |
| Tubo de PVC $\frac{3}{4}$                         | R\$ 3,50     | R\$ 10,79    | R\$ 7,39     | R\$ 7,23  |
| Luva roscável de PVC $\frac{3}{4}$                | R\$ 1,70     | R\$ 2,29     | R\$ 1,79     | R\$ 1,93  |
| Tarraxa $\frac{3}{4}$                             | R\$ 10,50    | R\$ 32,99    | R\$ 29,90    | R\$ 24,46 |
| Total   | R\$ 44,20    | R\$ 77,69    | R\$ 66,14    | R\$ 62,68 |

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Para a aparelhagem de destilação por arraste a vapor foi preciso incluir alguns materiais, que fariam a função do Tubo de *Claisen*. Os materiais confeccionados anteriormente para destilação simples, Quadro 01, a um custo médio de R\$ 29,06, acrescido dos materiais necessários, resultaram em um total de R\$ 49,97, como demonstrado no quadro 03.

Quadro 03 – Custo médio para a Destilação por Arraste à vapor

| Materiais   | Fornecedor 1 | Fornecedor 2 | Fornecedor 3 | Média     |
|---|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Massa epóxi (durepox 100g)                        | R\$ 12,90    | R\$ 9,95     | R\$ 6,97     | R\$ 9,94  |
| Bucha de redução $\frac{3}{4}$ para $\frac{1}{2}$ | R\$ 1,00     | R\$ 1,39     | R\$ 0,72     | R\$ 1,04  |
| Y-PVC $\frac{3}{4}$                               | R\$ 2,90     | R\$ 3,90     | R\$ 3,09     | R\$ 3,30  |
| T-PVC $\frac{3}{4}$                               | R\$ 2,90     | R\$ 3,90     | R\$ 3,09     | R\$ 3,30  |
| Mangueira de gasolina (m)                         | R\$ 3,50     | R\$ 2,50     | R\$ 3,44     | R\$ 3,15  |
| Fio de arame galvanizado 6mm                      | R\$ 6,90     | R\$ 10,99    | R\$ 10,90    | R\$ 9,60  |
| Plug de rosca PVC $\frac{3}{4}$                   | R\$ 0,70     | R\$ 1,19     | R\$ 0,64     | R\$ 0,84  |
| Lixa de madeira                                   | R\$ 0,60     | R\$ 1,70     | R\$ 1,30     | R\$ 1,20  |
| Registro PVC $\frac{3}{4}$                        | R\$ 7,90     | R\$ 20,36    | R\$ 17,29    | R\$ 15,18 |
| Nipel PVC $\frac{3}{4}$                           | R\$ 1,00     | R\$ 1,19     | R\$ 1,45     | R\$ 1,21  |
| Nipel PVC $\frac{3}{4}$                           | R\$ 1,00     | R\$ 1,19     | R\$ 1,45     | R\$ 1,21  |
| Total   | R\$ 41,30    | R\$ 58,26    | R\$ 50,34    | R\$ 49,97 |

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

### 6.2.2 Custo médio com uso de vidrarias convencionais

Nem todos os fornecedores possuíam todas as vidrarias, portanto existem lacunas nos quadros, mas foi pesquisado em no mínimo três fornecedores cada um, buscando ser representativo.

Como demonstrado no quadro 01, o custo médio da aparelhagem com materiais alternativos para destilação simples ficou em R\$ 29,06, e como demonstrado no quadro 04, a seguir, o custo médio da aparelhagem da destilação simples com vidrarias convencionais ficou em R\$ 309,22, cerca de 1064% mais caro.

Quadro 04 – Custo médio para destilação simples com vidrarias convencionais

| Material               | Fornecedor 1     | Fornecedor 2      | Fornecedor 3      | Fornecedor 4      | Fornecedor 5      | Fornecedor 6      | Média             |
|------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Suporte universal      |                  | R\$ 52,00         |                   |                   | R\$ 52,15         | R\$ 46,00         | R\$ 50,05         |
| balão de fundo redondo | R\$ 15,40        | R\$ 18,20         | R\$ 60,99         | R\$ 31,33         | R\$ 17,00         | R\$ 20,00         | R\$ 27,15         |
| cabeça de destilação   |                  | R\$ 60,00         |                   | R\$ 32,00         | R\$ 34,00         | R\$ 50,89         | R\$ 44,22         |
| condensador liebigh    | R\$ 30,80        | R\$ 58,20         | R\$ 58,00         | R\$ 148,00        |                   | R\$ 36,00         | R\$ 66,20         |
| garra                  |                  | R\$ 30,60         |                   | R\$ 28,00         | R\$ 36,00         | R\$ 24,00         | R\$ 29,65         |
| Bico de Bunsen         |                  | R\$ 16,00         |                   | R\$ 51,03         | R\$ 33,15         | R\$ 57,00         | R\$ 39,30         |
| bécker                 | R\$ 2,53         | R\$ 3,34          | R\$ 3,88          | R\$ 3,90          | R\$ 11,30         | R\$ 5,20          | R\$ 5,03          |
| Pérola de virdo        | R\$ 32,00        | R\$ 29,00         |                   | R\$ 82,00         | R\$ 47,50         |                   | R\$ 47,63         |
| <b>Total</b>           | <b>R\$ 80,73</b> | <b>R\$ 267,34</b> | <b>R\$ 122,87</b> | <b>R\$ 376,26</b> | <b>R\$ 231,10</b> | <b>R\$ 239,09</b> | <b>R\$ 309,22</b> |

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Como demonstrado no quadro 02, o custo médio da aparelhagem com materiais alternativos para destilação Fracionada ficou em R\$ 62,68, e como demonstrado no quadro 05, o custo médio da aparelhagem da destilação fracionada com vidrarias convencionais ficou em R\$ 369,07, cerca de 589% mais caro.

Quadro 05 – Custo médio para destilação fracionada com vidrarias convencionais

| Material               | Fornecedor 1     | Fornecedor 2      | Fornecedor 3      | Fornecedor 4      | Fornecedor 5      | Fornecedor 7      | Média             |
|------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Suporte universal      |                  | R\$ 52,00         |                   |                   | R\$ 52,15         | R\$ 46,00         | R\$ 50,05         |
| balão de fundo redondo | R\$ 15,40        | R\$ 18,20         | R\$ 60,99         | R\$ 31,33         | R\$ 17,00         | R\$ 20,00         | R\$ 27,15         |
| cabeça de destilação   |                  | R\$ 60,00         |                   | R\$ 32,00         | R\$ 34,00         | R\$ 50,89         | R\$ 44,22         |
| condensador liebigh    | R\$ 30,80        | R\$ 58,20         | R\$ 58,00         | R\$ 148,00        |                   | R\$ 36,00         | R\$ 66,20         |
| garra                  |                  | R\$ 30,60         |                   | R\$ 28,00         | R\$ 36,00         | R\$ 24,00         | R\$ 29,65         |
| Bico de Bunsen         |                  | R\$ 16,00         |                   | R\$ 51,03         | R\$ 33,15         | R\$ 57,00         | R\$ 39,30         |
| bécker                 | R\$ 2,53         | R\$ 3,34          | R\$ 3,88          | R\$ 3,90          | R\$ 11,30         | R\$ 5,20          | R\$ 5,03          |
| Pérola de virdo        | R\$ 32,00        | R\$ 29,00         |                   | R\$ 82,00         | R\$ 47,50         |                   | R\$ 47,63         |
| coluna de Vigreux      |                  | R\$ 69,00         | R\$ 55,00         |                   |                   | R\$ 55,56         | R\$ 59,85         |
| <b>Total</b>           | <b>R\$ 80,73</b> | <b>R\$ 336,34</b> | <b>R\$ 177,87</b> | <b>R\$ 376,26</b> | <b>R\$ 231,10</b> | <b>R\$ 294,65</b> | <b>R\$ 369,07</b> |

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

E como demonstrado no quadro 03, o custo médio da aparelhagem com materiais alternativos para destilação por arraste a vapor ficou em R\$ 49,97, e como demonstrado no quadro 06, a seguir, o custo médio da aparelhagem da destilação por arraste a vapor com vidrarias convencionais ficou em R\$ 358,23, cerca de 717% mais caro.

Quadro 06 – Custo médio para destilação por arraste a vapor com vidrarias convencionais

| Material               | Fornecedor 1     | Fornecedor 2      | Fornecedor 3      | Fornecedor 4      | Fornecedor 5      | Fornecedor 6      | Média             |
|------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Suporte universal      |                  | R\$ 52,00         |                   |                   | R\$ 52,15         | R\$ 46,00         | R\$ 50,05         |
| balão de fundo redondo | R\$ 15,40        | R\$ 18,20         | R\$ 60,99         | R\$ 31,33         | R\$ 17,00         | R\$ 20,00         | R\$ 27,15         |
| cabeça de destilação   |                  | R\$ 60,00         |                   | R\$ 32,00         | R\$ 34,00         | R\$ 50,89         | R\$ 44,22         |
| condensador liebig     | R\$ 30,80        | R\$ 58,20         | R\$ 58,00         | R\$ 148,00        |                   | R\$ 36,00         | R\$ 66,20         |
| garra                  |                  | R\$ 30,60         |                   | R\$ 28,00         | R\$ 36,00         | R\$ 24,00         | R\$ 29,65         |
| Bico de Bunsen         |                  | R\$ 16,00         |                   | R\$ 51,03         | R\$ 33,15         | R\$ 57,00         | R\$ 39,30         |
| bécker                 | R\$ 2,53         | R\$ 3,34          | R\$ 3,88          | R\$ 3,90          | R\$ 11,30         | R\$ 5,20          | R\$ 5,03          |
| Pérola de virdo        | R\$ 32,00        | R\$ 29,00         |                   | R\$ 82,00         | R\$ 47,50         |                   | R\$ 47,63         |
| Tubo de Claisen        |                  | R\$ 60,00         | R\$ 25,60         |                   |                   | R\$ 61,43         | R\$ 49,01         |
| <b>Total</b>           | <b>R\$ 80,73</b> | <b>R\$ 327,34</b> | <b>R\$ 148,47</b> | <b>R\$ 376,26</b> | <b>R\$ 231,10</b> | <b>R\$ 300,52</b> | <b>R\$ 358,23</b> |

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

E também que o custo médio de compra de manta de aquecimento é de R\$ 300,00, portanto deu-se preferência ao Bico de Bunsen, por ser mais barato, de forma a não distorcer a pesquisa.

### 6.3 CONFECÇÃO DO MANUAL

O manual foi confeccionado demonstrando o passo a passo da confecção da aparelhagem de destilação, de forma a facilitar a reprodução por parte de professores que venham a utilizar esse projeto como ferramenta em sala de aula.

Foi incluída uma lista de possíveis temas de aula aonde esse experimento poderia ser utilizado, buscando auxiliar o docente, e norteando as opções de ferramentas didáticas para se trabalhar em sala. O manual foi impresso e encadernado e encontram-se no APÊNDICE A.

### 6.4 AVALIAÇÃO DO MATERIAL

As perguntas 1 e 2, apresentadas abaixo e provenientes do questionário apresentado no item 5.4 aplicado aos docentes, visavam avaliar a representatividade dos professores envolvidos na pesquisa:

**“Pergunta 01: Em qual colégio você leciona?”**

**“Pergunta 02: Há quanto tempo atua no magistério?”**

Seus resultados encontram-se no quadro 07.

Quadro 07 – Tempo de atuação no magistério.

| Tempo (anos) | Professor 1 | Professor 2 | Professor 3 | Professor 4 |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Menos 2      |             |             |             |             |
| Entre 2 e 5  |             | x           |             |             |
| Entre 5 e 10 |             |             | x           | x           |
| Mais de 10   | x           |             |             |             |

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Pode-se observar, nos questionários, que o tempo médio de atuação no magistério é de 10 anos, e que a professor 1 trabalha em escola estadual, o professor 2 em escola municipal e os professores 3 e 4 em escola federal.

A terceira questão abordada no questionário tem como objetivo avaliar os locais de ensino:

**“Pergunta 03: Em seu colégio existe laboratório de química?”**

Pode-se ver as respostas no quadro 08:

Quadro 08 – Laboratórios de Química em funcionamento

| Resposta | Professor 1 | Professor 2 | Professor 3 | Professor 4 |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Sim      |             |             | x           | x           |
| Não      | x           | x           |             |             |

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Percebeu-se que as instituições municipais e estaduais não possuem laboratório, apenas a instituição federal, isso impactou bastante a quantidade de atividades experimentais efetuadas no período letivo por cada professor.

A respeito das perguntas 4, 5 e 6 do questionário:

**“Pergunta 04: Com qual frequência você utiliza experimentos como forma de exemplificar conceitos em sala de aula?”**

**“Pergunta 05: Com qual frequência você aplica aulas experimentais em laboratório?”**

**“Pergunta 06: Com qual frequência você aplica aulas experimentais em sala de aula ou em algum ambiente que não seja um laboratório de química?”**

Desejava-se saber com qual frequência utilizava experimentos para exemplificar conceitos teóricos e qual frequência utilizava o laboratório. Os resultados concentram-se descritos nos quadros 09, 10 e 11, respectivamente.

Quadro 09 – Periodicidade dos experimentos em sala de aula

| Frequência   | Professor 1 | Professor 2 | Professor 3 | Professor 4 |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1x semana    |             |             |             | x           |
| 1 x mês      |             |             |             |             |
| 1 x semestre |             |             | 2x mês      |             |
| 1x ano       |             |             |             |             |
| outros       | Nunca       | Nunca       |             |             |

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Quadro 10 – Periodicidade de experimentos em laboratório

| Frequência   | Professor 1 | Professor 2 | Professor 3 | Professor 4 |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1x semana    |             |             |             |             |
| 1 x mês      |             |             | 2x mês      | x           |
| 1 x semestre |             |             |             |             |
| 1x ano       |             |             |             |             |
| outros       | Nunca       | Não possui  |             |             |

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Quadro 11 – Periodicidade de experimentos em ambiente diferenciado.

| Frequência   | Professor 1       | Professor 2 | Professor 3   | Professor 4 |
|--------------|-------------------|-------------|---------------|-------------|
| 1x semana    |                   |             |               | x           |
| 1 x mês      |                   |             |               |             |
| 1 x semestre |                   |             |               |             |
| 1x ano       | Feira de ciências |             |               |             |
| outros       |                   | Nunca       | Nenhuma ainda |             |

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

A partir dos resultados observamos que o emprego de experimentos em sala de aula é baixo e está diretamente relacionado à existência de laboratórios. E que feiras de ciências são bons momentos para utilizar metodologias diferenciadas, visto que no dia a dia, é mais difícil usar experimentos, justamente pelos motivos comentados.

Para as perguntas 7 e 8, apresentadas abaixo, todos os participantes da pesquisa responderam “SIM” para ambas.

**“Pergunta 07: Essa aparelhagem seria uma opção de metodologia experimental que você utilizaria em sala de aula? (para uma aula experimental ou exemplificação de conceitos)”.**

**“Pergunta 08: Em sua opinião você conseguiria, a partir do manual, fabricar o destilador?”**

No questionário, apresentado no item 5.4, nas perguntas de 9 a 12 foram utilizadas perguntas abertas visando dar mais liberdade, para o professor participante da pesquisa, incluir suas opiniões sobre o manual e o projeto. As perguntas 9 a 12 e as respectivas respostas dos quatro professores participantes da pesquisa estão descritas abaixo:

**“Pergunta 09: Você pode descrever, de forma resumida, como aplicaria essa metodologia em aula?”**

1- “Este experimento deve ser aplicado no primeiro ano do ensino médio, como forma de fixação dos conteúdos de destilação, mudança de estado físico, separação de mistura, ponto de ebulição e condensação”.

2- “Aulas de separação de misturas costumam ser enfadonhas. Em geral, aborda-se o tema de forma “enciclopédica”, citando-se diversos métodos, e exemplificando-se de forma absolutamente desconexa com o dia-a-dia. O destilador ajuda a mostrar o fenômeno de separação na prática, com materiais simples do dia-a-dia. Com isso, desmistifica-se o processo como se fosse “coisa de cientista”. Eu o

utilizaria para a separação de misturas com corantes, ou obtenção de essências como eugenol, em seguida conversaria com a turma sobre possíveis aplicações da destilação, obtenção de água doce à partir de água salgada, utilização em medicamentos, indústria petroquímica, etc”.

3- “Como sou professor de Química Geral, ao trabalhar as técnicas de separação de misturas, utilizaria essa metodologia, justamente ao discutir os conceitos de destilação simples e fracionada. É importante ressaltar que com a destilação fracionada o professor pode trabalhar temas como a utilização de bebidas alcoólicas e o próprio petróleo e seus derivados”.

4- “A proposta dos destiladores pode ser utilizada desde a montagem (com os alunos), até a explicação sobre os métodos de separação de misturas. Essa aula, geralmente, ocorre no IFRJ, no primeiro período”.

**“Pergunta 10 Para você, qual o papel da experimentação no ensino de química?”**

1- “É uma boa estratégia para despertar a curiosidade e atrair a atenção dos alunos”.

2- “Creio que ela deveria ser prevista no currículo e obrigatória. A experimentação retira do estudante a condição passiva de simples expectador da aula, desmistifica o conhecimento científico e ainda torna a aula muito mais interessante. Infelizmente, nossos currículos são muito voltados à exposição de conteúdos e preparação para o vestibular, deixando esta prática de lado”.

3- “Acredito que a utilização de atividades práticas pode vir a ser uma forma de criar um espaço entre a contextualização e interdisciplinaridade, além de estimular o caráter investigativo dos alunos. A experimentação provoca uma aprendizagem mais favorável aos nossos alunos, tanto no sentido dinâmico e interativo, quanto ao processo da própria aprendizagem dos conceitos químicos”.

4- “A disciplina Química trata de conteúdos muito abstratos, na experimentação o aluno tem a oportunidade de aplicar na prática, muitos dos conteúdos vistos em aulas expositivas. Com a proposta desse TCC, é possível trabalhar a experimentação em um viés investigativo”.

**“Pergunta 11: Você pode dizer quais são as dificuldades e as limitações que você encontraria nessa metodologia”.**

1- “A grande dificuldade no meu caso seria o tempo, pois dou aulas no horário noturno em que o tempo é reduzido, bem como a falta de um lugar adequado para montar o experimento já que envolve um certo risco pois além de parte do material ser de vidro tem o fator temperatura”.

2- “Principalmente, como já citei, o tempo para preparo, realização e contextualização do experimento, em uma aula de 40 minutos”.

3- “Minha preocupação é somente com relação ao professor manusear corretamente o destilador ou até mesmo construí-lo. Não vejo limitações”.

4- “Acredito que a metodologia proposta pode ser realizada sem muitas dificuldades com os alunos. No entanto, medidas de segurança para evitar acidentes deverão ser trabalhadas antes com os estudantes”.

**“Pergunta 12: Mudaria algo no manual ou na aparelhagem em si?”**

1- “Não. Só reforçaria a questão do preparo da lâmpada, tornando indispensável o uso de óculos e luva e retiraria a palavra “se possível” do contexto”.

2- “Não”.

3- “A aparelhagem em si já permite a realização da destilação, seja ela simples ou fracionada, ou até mesmo arraste de vapor. O Manual está bem explicativo”.

4- “No manual sugiro realizar uma revisão geral no texto, muitas palavras e ideias repetidas. Na aparelhagem, como comentou na conclusão sobre a dificuldade de encontrar lâmpadas incandescentes, sugiro propor outro material para substituição”.

Em relação às entrevistas realizadas foram colocados os seguintes pontos comentados a seguir.

Nos colégios estaduais e municipais o tempo de aula é muito reduzido, entre 40 minutos e 1h e meia por semana. E não dispõe de laboratório com conseqüente ausência de aulas experimentais.

Quanto ao uso de destiladores, relatou-se nas entrevistas que experimentos mais simples são incluídos nas aulas, mas que o destilador do projeto em questão, haveria dificuldade em relação aos riscos, devido ao uso de vidro e fogo. Um dos

professores pesquisados propôs tornar Luva e óculos de proteção itens obrigatórios durante a prática.

Em contrapartida, na Instituição Federal, que possui laboratório e conseqüentemente mais estrutura para atividades como experimentação, segundo a pesquisa, ocorreram mais aulas experimentais no período. E os professores desta instituição que participaram da pesquisa, tiveram uma posição mais favorável em conseguir incluir um projeto deste tipo em seus planos de aula. Chegando inclusive a já terem utilizados projetos semelhantes previamente.

Os professores em sua maioria comentaram que utilizariam o destilador em aulas para o primeiro ano do ensino médio, para fixar melhor conceitos como, por exemplo, mudança de estado físico da matéria. E comentariam também na aula em quais lugares são utilizados estes processos de separação, como produção de cerveja e indústrias petroquímicas.

As ideias foram bem parecidas sobre a experimentação em sala de aula. Como uma ferramenta importante para atrair a atenção e estimular o caráter investigativo dos alunos, além de facilitar o entendimento de alguns conceitos muitas vezes abstratos. E sobre as dificuldades e limitações relatadas, repetiu-se principalmente a falta de tempo e de laboratório.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto proporcionou uma ferramenta alternativa às vidrarias convencionais para trabalhar os princípios básicos da destilação em sala de aula, utilizando materiais como, por exemplo, garrafas pet, lâmpadas e tubo de PVC, entre outros materiais, para a fabricação da aparelhagem.

Os testes demonstraram que experimentos simples podem ser executados com certa eficiência, mas atendendo de forma didática, para exemplificar os conceitos teóricos.

A pesquisa para o referencial teórico ajudou a refletir nas dificuldades que o professor de química do ensino médio enfrenta, principalmente pela falta de estrutura para trabalhar, falta de equipamentos e reagente e laboratório equipado e funcionando. Mostrou diversas outras metodologias que aparentemente trariam ótimos resultados se incluídos no plano de aula ao longo do período letivo. A produção de texto acadêmico foi com certa dificuldade. Acredito que após esse trabalho tenha melhorado nesse aspecto.

Destacamos que o manual ficou didático, com muitas ilustrações e detalhes para a montagem e sobre as dificuldades encontradas durante a confecção.

É conveniente ajustar a distância entre a chama e a lâmpada, que estaria como balão de fundo redondo, para que a ebulição seja mais branda e não incida diretamente nas partes plásticas.

E a aplicação do destilador em sala de aula deve levar em conta que há utilização de vidro e fogo, sendo o ideal utilizar esse material com óculos de segurança e luvas, também é importante ter água ou extintor próximo. Sendo assim o destilador poderia substituir vidrarias convencionais em uma aula didática diferenciada.

O contato com os professores que participaram da pesquisa foi bem facilitado, pois estes foram bem solícitos e apesar de com pouco tempo, avaliaram o projeto, o manual, as partes do destilador, participaram da entrevista e responderam o questionário, da forma mais breve possível. A avaliação do material foi boa e para a maioria destes o manual demonstrou ser muito útil para auxiliar na preparação da aula. Para alguns professores a aplicação desta metodologia encontraria dificuldades principalmente no fator tempo, e local adequado.

Por fim, este trabalho foi uma oportunidade de aprofundar meus conhecimentos acerca das diferentes ferramentas didáticas, em especial na fabricação de materiais para incluir a experimentação no cotidiano de alunos e professores, além da satisfação e realização pessoal em contribuir com uma ferramenta didática que pode auxiliar e tornar dinâmico o processo de aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, R. G; **Contextualização e cotidiano: discursos curriculares na comunidade disciplinar de ensino de Química e nas políticas de currículo.** In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química. 2010. Brasília, Distrito Federal. Anais do XV ENEQ.
- ÁVILA, L. G; **Soluções:** uma proposta de ensino contextualizada para alunos de EJA. 28 f. Monografia - Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.
- CHASSOT, A; **Alfabetização Científica: uma possibilidade para inclusão social.** Revista Brasileira de Educação. Belo Horizonte. n.22. p.89-100. jan-abr 2003.
- COELHO, J. C; MARQUES. C. A; **Contribuições Freireanas para a contextualização do Ensino de química.** Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências. v.09, n.01, p.59-75; jan-jun 2007.
- CORSO, J; **O papel do audiovisual na educação:** vídeos de ciência, 31 f. Monografia - Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.
- CRUZ, F. S; **Análise de uma atividade com professores em formação sobre a utilização de vídeos para o ensino de química,** 39 f. Monografia - Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.
- DA ROSA, T. F; **O uso de ferramentas didáticas para o processo de ensino-aprendizagem em química,** 70 f. Monografia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.
- DOMINGUINI, L; et all; **O ensino de ciências em escolas da rede pública: limites e possibilidades.** Cadernos de pesquisa em Educação – PPGE/UFES. Vitória, ES. a.9, v.18, n.16, p.133-146. jul-dez 2012.
- FREIRE, P; **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa, 15 ed. São Paulo: Editora Paz e Terra; 1996.
- GOUVEIA, V. P; OLIVEIRA, S. R; QUADROS, A. L; **Algumas questões ambientais permeando o ensino de química: o que pensam os estudantes.** Revista Ensaio. Belo Horizonte. v.11, n.01, p.45-66, jan-jun 2009.
- GUIMARÃES, C. C; **Experimentação no Ensino de química: Caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa.** Química Nova na Escola. v.31, n.03, p.198-202, Agosto 2009.
- GUIMARÃES, P. I. C.; OLIVEIRA, R. E. C.; ABREU, R. G; **Extraíndo óleos essenciais de plantas.** Química Nova na Escola. n.11, p.45-46, maio de 2000.

JUNIOR, W. E. F.; FERREIRA, L. H; HARTWIG, D. R; **Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Sala de Aula de Ciências**. Química Nova na Escola. n. 30, p.34-41, Novembro 2008.

LEÃO, D. M. M.; **Paradigmas Contemporâneos de Educação: Escola tradicional e escola construtivista**. Cadernos de pesquisa, n. 107, p. 187-206, julho 1999.

LORENZO, J. G. F; et all; **Construindo aparelhagens de laboratório com materiais alternativos**. IFPB/PIBID. In: V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 5, 2010, Maceió. Anais CONNEPI. Maceió: Centro de Convenções.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO; **Ciências físicas e Naturais - Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico**, Lisboa, 2001.

MORTIMER, E. F; MACHADO, A. H; ROMANELLI, L. I; **A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e pressupostos**. Revista Química Nova, v.23, n.2, p.273-283, 2000.

NEVES, L. S; FARIAS, R. F; **História da Química: Um livro texto para a Graduação**, 2 ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2011.

Portal INEP. **Indicadores Educacionais**. Disponível em:

<<http://portal.inep.gov.br/indicadores-educacionais>>. Acessado em 27 ago.2018.

Portal MEC. **Evasão no ensino médio supera 12**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/211-218175739/50411-evasao-no-ensino-medio-supera-12-revela-pesquisa-inedita>>. Acessado em 27 ago. 2018.

SANTOS, W. S; **Organização Curricular Baseada em Competência na Educação Médica**. Revista Brasileira de Educação Médica. Rio de Janeiro, v. 35, n.1, p. 86-92; jan-mar 2011.

SARTORI, E.R.; et all. **Construção e aplicação de um destilador como alternativa simples e criativa para a compreensão dos fenômenos ocorridos no processo de destilação**; Química Nova na escola; v.31, n.1, p.55-57, fev 2009.

SICCA, N. A. L; **Razões históricas para uma nova concepção de laboratório no ensino médio de química**. Revista Paidéia, Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto, p. 115-129, Fev-Ago 1996.

SILVA, A. M; **Proposta para tornar o ensino de química mais atraente**. Universidade Federal do Ceará; Revista de Química Industrial, n.731, p.7-12, 2011.

SILVA, C. B; **Estudo de casos: Um ensino contextualizado sobre corrosão**, 41 f. Monografia – Instituto Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

SILVA, E. L; MARCONDES, M. E. R; **Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades**

**produzidas e das reflexões dos autores.** Revista Ciência e Educação, v.21, n1, p65-83, 2015.

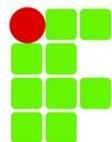
SILVA, J. B; **O uso de mapas conceituais como ferramenta de avaliação formativa no ensino de Química**, 36 f. Monografia - Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

SILVA, R. R; MACHADO, P. F. L; **Experimentação no Ensino médio de Química: A necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos – Um estudo de caso.** Ciência & educação, v.14, n.2, p 233-249, 2008.

TREVISAN, T. S; MARTINS, P. L. O; **O professor de química e as aulas práticas.** 2008. Disponível em: <[http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2008/365\\_645.pdf](http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2008/365_645.pdf)> acesso em: 22/04/2016.

VIGOTSKI, L. S. **A formação Social da mente**, 4 ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora; 1991.

## APÊNDICE A



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
RIO DE JANEIRO  
Campus Duque de Caxias

# Aula experimental de destilação com materiais alternativos - Guia para professor

Gabriel Nogueira de Sousa



2018

Manual confeccionado como parte do trabalho de conclusão do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia *Campus Duque de Caxias*.

**Nome**

Gabriel Nogueira de Sousa

**Orientadores**

Dr. Ana Carolina Lourenço Amorim

Dr. Thiago Muza Aversa

2018

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| Introdução .....                               | 04 |
| Propostas de temas abordados em aula .....     | 06 |
| Proposta de formato de plano de aula .....     | 09 |
| Texto como material didático complementar .... | 13 |
| Materiais e ferramentas .....                  | 17 |
| Destilação simples .....                       | 18 |
| Destilação fracionada .....                    | 32 |
| Arraste a vapor .....                          | 37 |
| Conclusão .....                                | 40 |
| Referências .....                              | 41 |

## Introdução

Esse trabalho tem como finalidade ser um material de apoio na construção e utilização em sala de aula de um destilador como ferramenta didática. Busca auxiliar tanto os professores de instituições que não possuem laboratório, ou este não está equipado, quanto os professores de instituições que possuem laboratório, mas pretendem trazer uma aparelhagem diferente das vidrarias convencionais.

Esse manual tem também a proposta de mostrar de forma detalhada uma alternativa para a confecção de destiladores para utilização em sala de aula.

A intenção aqui foi testar as formas que, nos testes realizados, foram mais simples, eficientes e eficazes para servir como alternativa a cada uma das vidrarias e etapas para a realização de destilações simples, fracionadas e arraste a vapor.

Alguns dos principais fatores para o declínio da qualidade do ensino de química nos dias de hoje são, dentre outros, o desinteresse dos alunos e o fato de ter poucas aulas experimentais. Algumas escolas não possuem laboratório e outras que possuem, não designam um professor para ficar responsável ou não reservam verba para manutenção periódica. E como proposta está o

uso de métodos diferenciados para aumentar o interesse dos alunos, pois os conteúdos vistos de forma separada possuem maior dificuldade para o aluno relacionar os conteúdos ditos teóricos com a prática, e é responsabilidade do professor fazer essa correlação.

Existem diversos artigos publicados em revistas científicas que trabalharam com a confecção de destiladores, como por exemplo, os trabalhos de Lorenzo, Guimarães e o de Sartori.<sup>2,3,4</sup>

E na internet também existem divulgados vários vídeos e sites com detalhes de vários de tipos diferentes de destiladores utilizados em sala de aula ou como exercício para confecção em grupos pelos alunos.

Aqui no trabalho apresentamos a ideia do uso do destilador, mas fica a critério do professor se será destilação simples, fracionada ou arraste a vapor, ou se o professor irá confeccionar as partes em sala ou não.

Estão apresentadas, primeiro, todas as partes para a destilação simples, seguido da coluna de fracionamento que acrescida às outras peças da destilação simples permite a execução da destilação fracionada, e por fim uma variação que atende aproximadamente o que seria o Tubo de *Claisen*, permitindo a execução de uma prática com arraste a vapor.

### **Propostas de temas abordados em aula**

A proposta seria escolher um tema para trabalhar que envolva a destilação de forma que a parte prática da aula auxilie a visualização da teórica. E buscar uma metodologia que possa incluir a abordagem prática do destilador para construir o conhecimento da parte teórica envolvida e citada durante a aula.

Pode ser trabalhado com os alunos temas como, por exemplo: Refino de petróleo, Produção de perfumes, Extração e uso de Óleos essenciais, e Produção de Vinho e de Cerveja. Independente do tema que será trabalhado é interessante contextualizar, mostrando a história para que os alunos possam relacionar esses conhecimentos com suas vivências.

Ao longo do processo da destilação pode ser trabalhado com os alunos temas como: Forças Intermoleculares, Funções orgânicas, Geometria Molecular, Ponto de Ebulição, Pressão de Vapor, Mudança de Estado Físico, Misturas Homogêneas e Heterogêneas, Processos de Separação de Misturas, entre outros assuntos. E no caso do destilador ser confeccionado com materiais alternativos pode-se ainda complementar entrando em temas como Reciclagem e Reuso de Materiais, Descarte de Resíduos, Cuidados com o Meio Ambiente, Sustentabilidade, Química Verde, entre outros assuntos, e fica a critério do professor qual assunto abordar, pois é de conhecimento que não

é possível trabalhar todos esses temas em uma única aula.<sup>5</sup>

Para o experimento de destilação simples, propomos que pode ser realizada uma separação de água/sal, ou água/corante alimentício. Tanto o sal quanto o corante alimentício são fáceis de encontrar para o preparo das misturas, então fica a critério do professor qual usar. Só é importante atentar para o fato de que o método de análise da eficiência da destilação é diferente para cada um.

Para avaliarmos se a separação entre água e sal foi eficiente podemos adicionar solução de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) ao destilado, se a mistura ficar turva, então existe cloreto no destilado, mas se permanecer incolor, então o resultado é negativo para cloreto, mostrando que não há contaminante e assim foi eficiente a separação. Neste caso é importante fazer uma análise comparando um ensaio entre o branco e a amostra.

Mas se for feito o experimento utilizando amostra com corante alimentício e água, é mais fácil, pois uma análise visual já nos mostra o resultado. Não é necessário reagente para a análise, pois se o destilado for incolor já indica que a destilação foi eficiente.

Já para o experimento de destilação fracionada pode ser separando uma mistura de água e acetona, mas nesse caso a quantificação pode ser feita através de um gráfico entre volume de destilado e tempo, e assim ser analisado

posteriormente com a turma o gráfico buscando entender o porquê de o gráfico ter essas curvas. E nessa discussão pode ser aprofundada toda a teoria vista anteriormente.

Já no experimento de arraste a vapor é interessante utilizar canela, cravo da índia ou casca de limão, cujos principais constituintes são aldeído cinâmico, eugenol e d-limoneno, moléculas apresentadas nas figuras abaixo, utilizando água como solvente, enchendo aproximadamente metade do volume do recipiente que será aquecido. E atentar para não deixar a água secar ao ser colocado em ebulição, adicionando água ao longo do experimento, pois existe o risco de quebrar o vidro da lâmpada que está servindo de balão de fundo redondo. Avaliamos a extração do hidrolato (mistura entre o óleo essencial e o solvente) através do odor do destilado e uma leve alteração na coloração.

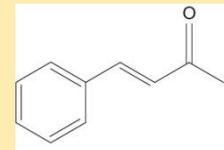


Figura 01. Aldeído cinâmico.

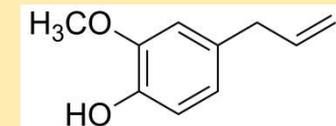


Figura 02. Eugenol.

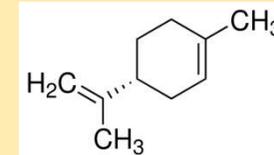


Figura 03. D-limoneno.

## Materiais e ferramentas

Para a confecção do destilador precisaremos das ferramentas e materiais apresentadas no quadro abaixo:

|   |  |
|---|--|
| Tesoura                                     | Mangueira de gasolina 1/4                    |
| Martelo                                     | Arame 6mm                                    |
| Alicate de ponta                            | Arruela                                      |
| Arco e serra                                | Meia velha                                   |
| Tábua de madeira                            | Álcool                                       |
| Pregos                                      | Garrafa Pet 350mL                            |
| Cabo de vassoura                            | Palitos de fósforo                           |
| Lixa de madeira                             | Pedaço de tubo de PVC $\frac{3}{4}$          |
| Lâmpada queimada                            | Luva de PVC $\frac{3}{4}$                    |
| Massa adesiva epóxi                         | Tarracha (abridor de rosca) de $\frac{3}{4}$ |
| Redução de $\frac{3}{4}$ para $\frac{1}{2}$ | Plug de rosca de PVC de $\frac{3}{4}$        |
| Y-PVC $\frac{3}{4}$                         | Bolinhas de gude                             |
| T-PVC $\frac{3}{4}$                         | Válvula de PVC de $\frac{3}{4}$              |
| Rolha de cortiça                            | Niple de PVC de $\frac{3}{4}$                |
| Garrafa Pet 2L                              | Plug de PVC de $\frac{3}{4}$                 |
| Seringa de 10 mL                            | Pote de vidro                                |
| Caneta retroprojeter                        |  |

Quadro 01. Lista de materiais utilizados na confecção do destilador

Num valor aproximado de R\$ 65,00, levando em consideração que vários dos materiais são de fácil acesso, pois existem em casa ou são materiais reciclados.

## DESTILAÇÃO SIMPLES

A aparelhagem de destilação simples ocorre na indústria em máquinas, como por exemplo, um evaporador industrial para reaproveitamento da água, como os das figuras abaixo:



Figura 04. Evaporador industrial.<sup>6</sup>



Figura 05. Evaporador industrial.<sup>6</sup>

E a aparelhagem utilizada em laboratório normalmente é semelhante a da figura 06:



Figura 06. Destilação simples com materiais convencionais.

A destilação simples é usada para **separar misturas entre sólido e líquido** ou mistura de líquidos com diferença do ponto de ebulição **maior** que  $80^{\circ}\text{C}$ , para uma boa eficiência.

Notamos que as vidrarias em laboratório utilizadas normalmente são:

1. Suporte universal
2. Balão de fundo redondo
3. Cabeça de destilação
4. Condensador
5. Garras
6. Bico de bunsen
7. Beckers
8. Pérolas de vidro

Como demonstrado no diagrama a seguir:

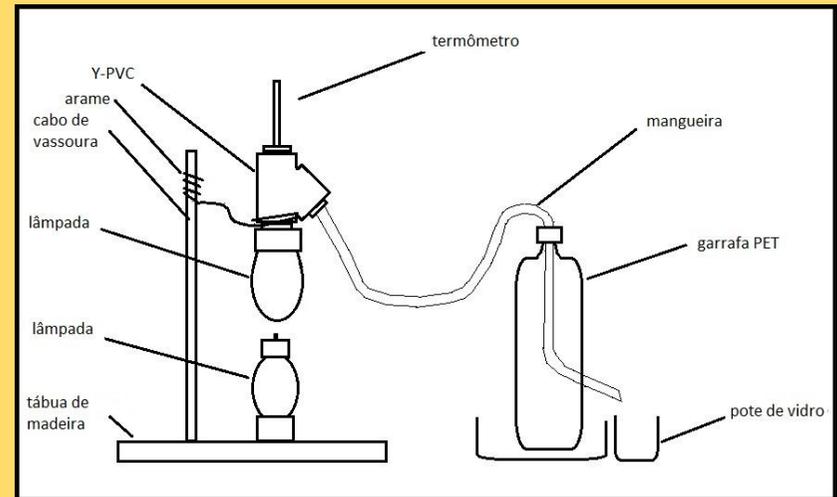


Figura 07. Diagrama da aparelhagem de destilação simples.

A confecção será apresentada a seguir:

## 1- SUPORTE UNIVERSAL

**Materiais:** Arco e serra, cabo de vassoura, tábua de madeira, lixa de madeira, martelo, prego, arame e alicate.

### Etapas:

1-Usar um arco e serra para cortar o cabo de vassoura num pedaço de aproximadamente 60 cm.

2-Cortar a tábua de madeira num pedaço de aproximadamente 50 cm. Após o corte, é interessante lixar a peça retirando possíveis farpas que podem ficar.

3-Pregar o cabo de vassoura na tábua como nas figuras 07 e 08.



Figura 08. Suportes prontos.



Figura 09. Vista por baixo da tábua de madeira.

4-Pode ocorrer que o cabo de vassoura comece a se partir, como na figura 09, nesse caso passar um arame e apertar com um alicate daria a firmeza necessária para o suporte.



Figura 10. Arame reforçando cabo de vassoura. Usado se o cabo de vassoura começar a se partir.

## 2- BALÃO DE FUNDO REDONDO

**Materiais:** lâmpada queimada, alicate de ponta, martelo, massa epóxi, redução de  $\frac{3}{4}$  para  $\frac{1}{2}$ .

### Etapas:

1-Primeiro segure a lâmpada na parte metálica. Dê pequenas batidas leves com um martelo na parte de cerâmica (parte preta dentro da parte metálica) até que essa parte comece a se despedaçar. Não tenha pressa, pequenas batidas de forma repetitiva partem facilmente a cerâmica com 5 ou 6 batidas, mas tome cuidado para não partir o vidro. É muito importante o uso de luvas e óculos de segurança.



Figura 11. Lâmpada queimada que será utilizada.



Figura 12. Bocal da lâmpada, parte preta (cerâmica), local aonde será martelada várias vezes de forma contínua mas de forma leve.

2- Após quebrar a cerâmica, fica exposta a resistência por dentro da lâmpada. Essa resistência é composta por um conjunto de vidro e um fio de tungstênio. Introduza uma chave de fenda dentro da lâmpada e dê pequenas batidas para quebrar esse pequeno conjunto de vidro no interior da lâmpada. Retire os estilhaços de dentro da lâmpada com um alicate de ponta.



Figura 13. Lâmpada após quebrar a cerâmica, e retirar a parte de dentro.



Figura 14. Vista de cima mostrando o espaço vazio dentro do bocal.

3-Nessa parte da lâmpada que sobrou vamos prender a redução de  $\frac{1}{2}$  para  $\frac{3}{4}$  utilizando massa epóxi. O lado menor da redução ( $\frac{1}{2}$ ) ficará voltado para a lâmpada de forma que o lado maior ( $\frac{3}{4}$ ) fique na parte externa e será utilizado posteriormente para se prender no resto da aparelhagem. Para utilizar a massa epóxi, basta unir porções iguais das duas massas que vem no pacote, misturando muito bem, quando estiver bem homogênea use-a



Figura 15. Lâmpada e redução de  $\frac{3}{4}$



Figura 16. Lâmpada e redução de  $\frac{3}{4}$

logo, pois a massa começa a endurecer. Após prender redução na lâmpada é interessante moldar a massa com os dedos úmidos para dar acabamento. Faça semelhante à figura ao lado.



Figura 17. Lâmpada e redução presas por massa epóxi

4-Deixar descansar por **um dia** no mínimo antes de usar para deixar a massa epóxi ganhar resistência.

### 3- CABEÇA DE DESTILAÇÃO

**Materiais:** Y de PVC ou T-PVC, rolhas, tesoura.

#### Etapas:

1-A cabeça de destilação será um Y-PVC ou um T-PVC com uma rolha de cortiça furada que servirá para conectar a mangueira do condensador.

2-Furar a rolha de cortiça utilizando uma tesoura de forma que o furo tenha um diâmetro proporcional à mangueira que será utilizada, para que não fique com folga e acabe soltando, nem muito apertado e não seja possível encaixar.



Figura 18. Vista do T-PVC com rolha de cortiça furada e plug.



Figura 19. Vista do T-PVC com rolha de cortiça furada e plug.

#### 4- CONDENSADOR

**Materiais:** Garrafa PET, tesoura, lixa, massa epóxi, mangueira de borracha.

**Etapas:**

1-Pegar a garrafa PET e marcar numa área lisa da garrafa, entre 10 cm e 15 cm de altura da base para fazer o furo. Área lisa para que a massa epóxi não deixe passar a água do interior da garrafa, e nessa altura porque muito próximo à base dificulta o escoamento para um Becker, que nesse caso será um pote de vidro.



Figura 20. Garrafa que será utilizada para fazer o condensador.

2-Fazer um pequeno furo com a tesoura de ponta, e com muito cuidado ir alargando o furo, tentando que não rasgue o plástico pois pode vaziar. Alargar o furo até que a mangueira passe.



Figura 21. Furo na garrafa a 10 a 15 cm da base.

3-Utilizar uma lixa grossa, e lixar a área em torno do furo da garrafa para criar ranhuras no plástico que vão dar aderência à massa epóxi.



Figura 22. Lixa de madeira.



Figura 23. Garrafa já lixada.

4-Furar a tampa da garrafa para que a mangueira passe.



Figura 24. Furar tampa da garrafa com uma tesoura.



Figura 25. Tampa já furada.

5-Cortar um pedaço de mangueira de aproximadamente 40 cm e passar pelo furo da garrafa, saindo pela boca da garrafa e passando também pelo furo da tampa.



Figura 26. Exemplo de como fica a mangueira dentro da garrafa.

6-Ajustar a mangueira de forma que a saída esteja a aproximadamente  $45^\circ$  e passar a massa epóxi no entorno, mantendo a mangueira nessa posição. Fazendo o acabamento na massa com os dedos úmidos, e pressionando bastante para que a massa ganhe aderência ao plástico e não vaze.

7-Aguardar no mínimo **um dia** para utilizar o condensador.

8-Encher de água para testar se não está vazando.

9-Colocar a garrafa em um pote de plástico com gelo para que a garrafa sirva como condensador, esfriando os gases que passarão pela mangueira.



Figura 27. Condensador dentro de um pote de sorvete com gelo.

## 5- GARRAS

**Materiais:** Arame 6 mm, alicate.

### Etapas:

1- A garra que dará suporte à aparelhagem será confeccionada com arame 6 mm, que será enrolado no suporte universal. Cortar um pedaço de 20 cm de arame e dar 3 voltas no suporte (aproximadamente 20cm da base) com o auxílio de um alicate, deixando uma haste para a frente.



Figura 28. Suporte de madeira com arames de 6 mm enrolados.

2- Nesta haste de arame fazer uma curva conforme a figura anterior, e servirá de suporte para a aparelhagem.



Figura 29. Estrutura de PVC presa com garras no suporte de madeira.

3- Fazer outra garra cerca de 10 cm de distância da primeira. Com duas garras fica melhor para estabilizar a cabeça de destilação como na figura acima.

## 6- BICO DE BUNSEN

**Materiais:** Lâmpada, massa epóxi, tampinha de garrafa, arruela, meia, álcool, tesoura, martelo, alicate de ponta.

### Etapas:

1-Fazer com a lâmpada a mesma preparação que foi realizada para a preparação do balão de fundo redondo (Item 2). Removendo a cerâmica e a parte interna de vidro com cuidado.



Figura 30. Lâmpada já com a parte interna removida.

2-Colar a tampinha de garrafa pet na extremidade da lâmpada utilizando massa epóxi, conforme a figura abaixo.



Figura 31. Tampinha de garrafa preenchida com massa epóxi e presa na parte de baixo da lâmpada.

3- Cortar um pedaço de tira de uma meia grossa com aproximadamente 1cmx10cm. Este será o pavio. Passe o pedaço de meia por uma arruela, para servir de suporte do pavio no bocal da lâmpada.



Figura 32. Pavio feito de meia velha e arruela.



Figura 33. Pavio feito de meia velha e arruela.

4-Agora para finalizar, encha a lâmpada com álcool que não seja muito hidratado e colocar a meia para dentro da lâmpada. Esse conjunto servirá como uma lamparina, e para acender basta utilizar um fósforo. É importante ter cuidado na hora de acender e sempre que for manusear qualquer substância inflamável.



Figura 34. Lamparina acesa com álcool comercial pouco hidratado.

## 7- BÉCKER

**Materiais:** Pote de vidro transparente, caneta de retroprojeto, seringa de 10 mL.

**Etapas:**

1- Pegar o pote de vidro transparente e um copo com água.

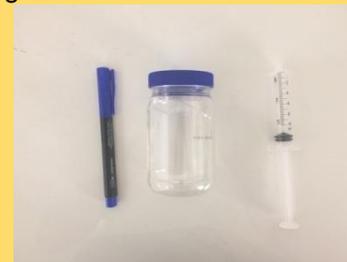


Figura 35. Pote de vidro, caneta esferográfica e seringa de 10 mL.

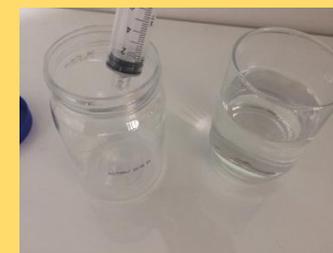


Figura 36. Seringa e copo com água.

2 – Pegar 10 mL de água com a seringa e adicionar ao pote, fazendo uma marcação do nível com a caneta de retro. Essa primeira marcação será o de 10 mL.

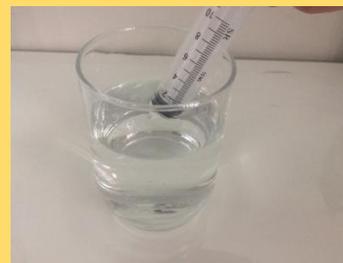


Figura 37. Enchendo seringa com água.



Figura 38. Pote de vidro, com os 10 mL de água, sendo marcado o nível com a caneta..

3- Pegar mais 10 mL de água com a seringa e adicionar ao pote novamente, marcando com a caneta de retro novamente. Esse será o 20 mL. Repita esse processo até alcançar os 100 mL como nas figuras abaixo.

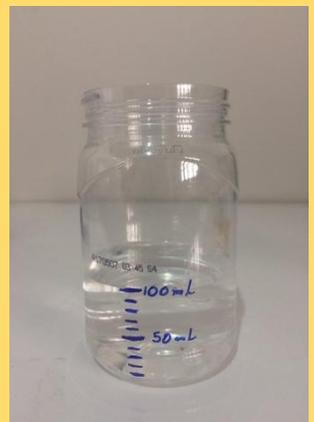


Figura 39. Pote de vidro com marcações.

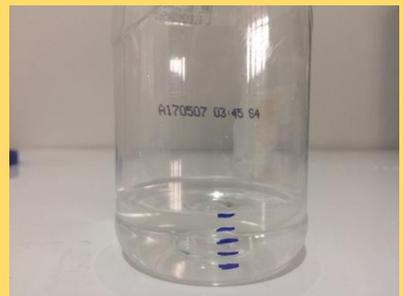


Figura 40. Pote de vidro com marcações

### 8 – PÉROLAS DE VIDRO

**Materiais:** Palitos de fósforo

**Etapas:**

1-Quebrar em pequenos pedaços alguns palitos de fósforo que forem usados.

Obs:

As pérolas de vidro servem para criar pequenas bolhas no interior do líquido que está em ebulição, de forma a evitar que o líquido superaqueça e produza bolhas maiores que poderiam projetar o líquido fazendo com que o destilador perda eficiência e não consiga separar com eficiência a mistura. Os palitos de fósforo funcionam como as pérolas de vidro, sendo inseridas no balão de fundo redondo durante o processo de destilação.



Figura 41. Palitos de fósforo partidos

## DESTILAÇÃO FRACIONADA

A destilação fracionada é utilizada em larga escala na indústria de petróleo, por exemplo, em torres fracionadoras como essas:



Figura 42. Torres de fracionamento de petróleo.<sup>7</sup>

E em laboratório é construído com vidrarias como essa:



Figura 43. Vidraria de destilação fracionada.<sup>8</sup>

Abaixo está apresentado um diagrama da montagem da destilação fracionada

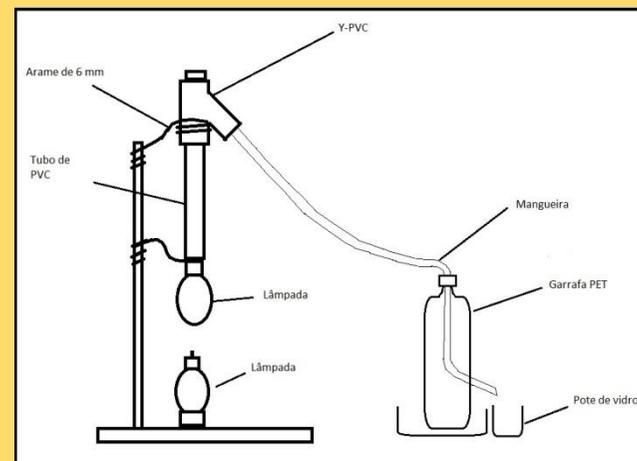


Figura 44. Diagrama de destilação fracionada.

Para montar o equipamento que simula uma vidraria de destilação fracionada, falta preparar a coluna de fracionamento. A seguir está mostrado o passo a passo da confecção dessa parte.

## 10 - COLUNA DE FRACIONAMENTO

**Materiais:** Tubo de PVC  $\frac{3}{4}$ , Arco e serra, Bolinhas de gude, Arame 6 mm, Alicate, Abridor de rosca, T-PVC  $\frac{3}{4}$ , Redução  $\frac{3}{4}$  para  $\frac{1}{2}$ , Luva  $\frac{3}{4}$ , , plug de rosca  $\frac{3}{4}$ .

### Etapas:

1-Cortar um pedaço do tubo de PVC de aproximadamente 20 cm e fazer rosca nas duas extremidades.



Figura 45. Tubo de PVC com uma régua ao lado para medir.



Figura 46. Tubo de PVC e um abridor de rosca.



Figura 47. Tubo de PVC após abrir rosca em uma das extremidades.

2-Cortar e enrolar com um alicate um pedaço de arame de 6 mm. Este será o suporte que não deixará as bolinhas de gude caírem. Note que é importante ele ter um diâmetro que permita entrar no tubo, mas não passar pela luva conforme a figura.



Figura 48. Arame de 6 mm e alicate.



Figura 49. Enrolando o arame de 6 mm no alicate.



Figura 50. Terminando de enrolar o arame no alicate.



Figura 51. Cortando o arame.



Figura 52. Arame enrolado, que servirá de suporte.

3- Com o suporte (arame) pronto, basta colocar na luva de  $\frac{3}{4}$  uma redução de  $\frac{3}{4}$  para  $\frac{1}{2}$ . Depois colocar o suporte (arame) dentro do tubo de PVC, e então acoplar o tubo na luva. Conforme as figuras abaixo.



Figura 53. Luva de PVC com uma redução de  $\frac{3}{4}$  para  $\frac{1}{2}$ .



Figura 54. Luva de PVC com uma redução de  $\frac{3}{4}$  para  $\frac{1}{2}$ . Colocar o pedaço de arame dentro.



Figura 55. Vista superior da luva de PVC com arame por dentro.

Essa redução serve para momentaneamente completarmos o conjunto sem o balão de fundo redondo (Confeccionado na etapa 2), mas quando for montar a aparelhagem, é só retirar a redução e acoplar o balão.

Com essa base, pronta, vamos colocar as bolinhas de gude dentro tubo por cima. Elas servirão como o recheio da coluna de fracionamento.



Figura 56. Demonstração da parte de baixo do tubo, com o arame dentro.



Figura 57. Parte de baixo do tubo, com luva de PVC e redução acoplada. Bolinhas de gude que serão colocadas dentro.

4- Na outra extremidade vamos conectar o T-PVC ou o Y-PVC, que prende a entrada da mangueira do condensador (Confeccionado na etapa 4).



Figura 58. Tubo com a luva de PVC de um lado e do T-PVC do outro.

6-Tampar o T-PVC com 2 plugs.

CUIDADO! O PVC quando aquece acima de  $250^{\circ}\text{C}$  começa a degradar, liberando HCl (ácido Clorídrico)

É recomendado deixar o T-PVC (ou Y-PVC) com os plugs quando não estiver sendo utilizado.

Cuidado também quando for remover a redução da parte de baixo para acoplar o balão de fundo redondo (lâmpada).

Existe o risco das bolas de gude quebrarem a lâmpada.



Figura 59. Coluna presa ao suporte com o uso dos arames de 6 mm.

## ARRASTE A VAPOR

O arraste a vapor na indústria se encontra em equipamentos como esses da figura abaixo, que fazem a extração de óleos essenciais através do vapor:



Figura 60. Equipamento industrial de arraste a vapor de óleos essenciais.<sup>9</sup>

E em laboratórios fazemos o arraste a vapor com vidrarias semelhantes ao esquema abaixo:

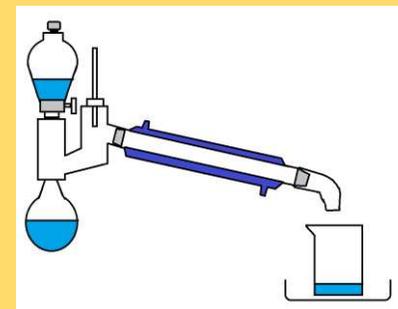


Figura 61. Esquema da parte superior da vidraria de arraste a vapor utilizada em laboratório.

Para a fabricação do destilador para arraste a vapor, é preciso adicionar o tubo de Claisen aos equipamentos fabricados para a destilação simples, que permite que ao longo do experimento se possa adicionar mais solvente ao balão de fundo redondo para continuar o arraste, visto que normalmente a quantidade utilizada de solvente em comparação à quantidade obtida de óleo de essencial é bem maior.

Existem processos mais eficientes na indústria e em laboratório que nos permitem obter quantidades maiores de óleo essencial. No experimento apresentado esperasse conseguir remover os óleos essenciais, mas não isolar do solvente com eficiência. Pode-se perceber pela essência, o cheiro forte percebido no destilado.

Boas opções para testar o arraste a vapor são: Cravo da índia, laranja, eucalipto e hortelã.



Figura 62. Montagem das partes de tubulação para o arraste a vapor.

Abaixo está apresentado um diagrama de como fica a aparelhagem para o arraste a vapor:

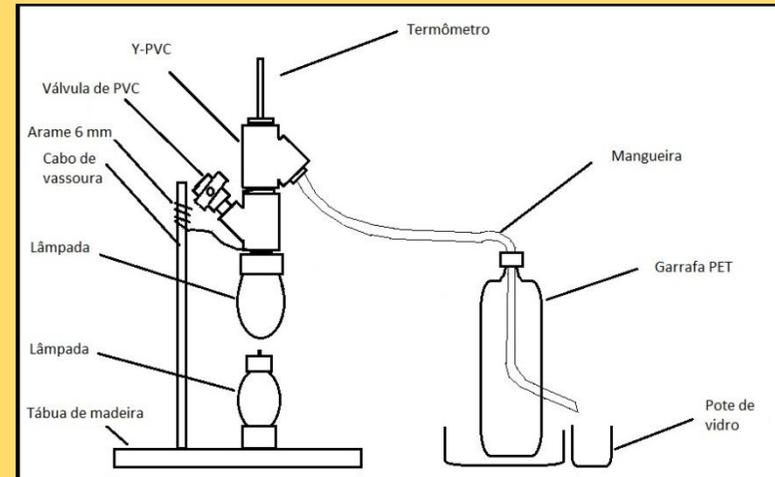


Figura 63. Diagrama da aparelhagem de arraste a vapor.

A seguir está apresentada a confecção do Tubo de Claisen:

## 11 – TUBO DE CLAISEN

**Materiais:** Y-PVC  $\frac{3}{4}$ , niple de PVC de  $\frac{3}{4}$ , válvula de PVC de  $\frac{3}{4}$ , T-PVC  $\frac{3}{4}$ .

### Etapas:

1-Conectar no Y-PVC dois niples. E em um niple conectar uma válvula e no outro um T-PVC.

A ideia é permitir a adição de solvente durante a destilação, e a montagem dessa forma permite conectar uma redução com uma rolha furada como saída para o condensador, ao mesmo tempo que, existe uma abertura lateral para adição de solvente.



Figura 64. Esquema de como as peças devem ser conectadas.



Figura 65. Esquema de como as peças devem ser conectadas.



Figura 66. Esquema das peças já conectadas.

## Destiladores

A versão final dos destiladores ficou da seguinte forma:

### Destilação simples:



Figura 67. Destilação simples.

### Destilação fracionada:



Figura 68. Destilação fracionada.

### Arraste à vapor:



Figura 69. Arraste à vapor

## Conclusão

Concluimos o presente trabalho na expectativa de que este material sirva de apoio na confecção de materiais didáticos para aulas de química para o Ensino médio, e que os professores sintam-se a vontade para usar, alterar, complementar e usar da melhor forma em suas metodologias. E espera-se que sirva também de incentivo para criação de novos materiais.

Houve dificuldade em conseguir lâmpadas, pois a lâmpada incandescente está sendo substituída gradativamente por lâmpadas de LED e não se encontra tão fácil. Garrafas PET foram fáceis de encontrar. As peças de PVC são encontradas em lojas de material de construção, bem como a massa epóxi e lixa. Bolas de gude se encontram em algumas papelarias. E vários itens como martelo, alicate, tesoura, cabo de vassoura e tábua de madeira são facilmente encontrados em casa, e nem sempre precisam ser comprados, o que ajuda a deixar o projeto mais barato. Uma vidraria convencional completa pode custar de R\$ 600 a R\$ 1800 reais, o projeto ficou em cerca de R\$ 65 reais, que é um valor muito mais acessível.

## Referências

1 - SILVA, A. M; Proposta para tornar o ensino de química mais atraente. Universidade Federal do Ceará; Revista de Química Industrial, n.731, p.7-12, 2011.

2 - LORENZO, J. G. F.; SANTOS, M. L. B.; NETO, A. S.; SANTOS, A. O.; SÁ, A. M.; VASCONCELLOS, E. S.; TAVARES, J. K. G.; LIMA, J. F.; WANDERLEY, L. P. M.; MOREIRA, T. S. Construindo aparelhagens de laboratório com materiais alternativos, Maceió, 2010. In: V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, Maceió, 2010. Anais CONNEPI. Maceió: Centro de Convenções.

3 - GUIMARÃES, P. I. C.; OLIVEIRA, R. E. C.; ABREU, R. G. Extraíndo óleos essenciais de plantas; Química Nova na Escola; n. 11, maio de 2000.

4 - SARTORI, E.R.; BATISTA, E. F.; SANTOS, V. B.; FILHO, O. F. Construção e aplicação de um destilador como alternativa simples e criativa para a compreensão dos fenômenos ocorridos no processo de destilação; Química Nova na escola; v.31 n.1, fevereiro de 2009.

5 - ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Editora Bookman, 2012.

6 - <http://www.directindustry.com/pt/cat/tratamento-agua-AP.html>; Modelos de evaporador, acessado em 22/09/2017.

7 - <http://www.giccoatings.com/fundamentals-heat-chemical-resistant-coatings/>; Acessado em 10/11/2017. Imagem refinaria.

8 - <http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1202&evento=6>; Acessado em 10/11/2017. Figura destilação fracionada, vidrarias convencionais.

9 - <https://www.mecanicaindustrial.com.br/584-destila-cao-a-vapor/>; Acessado em 28/11/2017. Figura destilação por arraste a vapor na indústria.

## APÊNDICE B

### **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro Campus Duque de Caxias**

Colega Professor,

Peço-lhe que preencha o questionário abaixo, pois precisamos colher dados para nossa pesquisa, que envolve sua experiência como professor e a sua visão sobre o nosso projeto.

Utilizaremos o resultado dos questionários buscando termos uma visão dessa relação entre a docência e a proposta de metodologia, bem como as limitações e dificuldades.

A análise dos dados será de forma sistemática e analítica para o Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Química do IFRJ Campus Duque de Caxias.

Atenciosamente,

Gabriel Nogueira de Sousa

gabrielns@gmail.com

### QUESTIONÁRIO

#### **Sobre o professor**

1- Em qual colégio você leciona?

---

2- Há quantos anos atua no magistério?

( ) menos de 2 anos ( ) entre 2 e 5 anos ( ) entre 5 e 10 anos ( ) outros: \_\_\_\_\_

3- Em seu colégio existe laboratório de Química?

( ) Sim ( ) Não

4- Com qual frequência você utiliza experimentos como forma a exemplificar conceitos em sala de aula?

( ) 1 vez na semana ( ) 1 vez no mês ( ) 1 vez no semestre ( ) 1 vez no ano ( ) Outros: \_\_\_\_\_

5- Com qual frequência você aplica aulas experimentais em laboratório?

( ) 1 vez na semana ( ) 1 vez no mês ( ) 1 vez no semestre ( ) 1 vez no ano ( ) Outros: \_\_\_\_\_

6- Com qual frequência você aplica aulas experimentais em sala de aula ou em algum ambiente que não seja um laboratório de química?

( ) 1 vez na semana ( ) 1 vez no mês ( ) 1 vez no semestre ( ) 1 vez no ano ( ) Outros: \_\_\_\_\_

**Sobre o Destilador**

7- Essa aparelhagem seria uma opção de metodologia experimental que você utilizaria em sala de aula? (para uma aula experimental ou exemplificação de conceitos)

( ) Sim ( ) Não

8- Em sua opinião você conseguiria, a partir do manual, fabricar o destilador?

( ) Sim ( ) Não

9- Você pode descrever, de forma resumida, como aplicaria essa metodologia em aula?

---

---

10- Para você, qual o papel da experimentação no ensino de química?

---

---

11- Você pode dizer quais são as dificuldades e as limitações que você encontraria nessa metodologia.

---

---

12- Mudaria algo no manual ou na aparelhagem em si?

---

---

## APÊNDICE C

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O Sr. (a) está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada “**DESTILAÇÃO A PARTIR DE MATERIAIS ALTERNATIVOS: UM RECURSO DIDÁTICO PARA PROFESSORES DE ENSINO MÉDIO**”, de responsabilidade do (a) pesquisador (a) “**GABRIEL NOGUEIRA DE SOUSA**”, que tem como objetivo principal “**AVALIAR A ACEITAÇÃO DOS DOCENTES**”. Este é um estudo baseado em uma abordagem “**QUALITATIVA**”, que envolverá “**USO DE QUESTIONÁRIOS**”, e não oferece nenhum risco aos participantes. A pesquisa terá duração de 1 mês, com término previsto para “**JUNHO 2018**”.

Suas respostas serão tratadas de forma **anônima e confidencial**, isto é, em nenhum momento será divulgado o seu nome. Quando for necessário exemplificar determinada situação, sua privacidade será assegurada. Os **dados coletados** serão utilizados apenas nesta pesquisa e os resultados divulgados apenas em produções científicas.

Sua participação é **voluntária**, isto é, a qualquer momento você poderá recusar-se a responder qualquer pergunta ou poderá desistir de participar da pesquisa, e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder perguntas de um questionário e/ou sob a forma de entrevista, que poderá ser gravada em áudio para posterior transcrição, e suas respostas serão guardadas por até cinco anos e incineradas após esse período.

O Sr. (a) não terá **nenhum custo ou quaisquer compensações financeiras**. O **benefício** relacionado à sua participação será o aumento do conhecimento científico para a área de ensino de ciências.

O Sr. (a) receberá uma cópia deste termo no qual constam os dados de identificação do pesquisador responsável, podendo tirar as suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento. Desde já agradeço!

\_\_\_\_\_  
Licenciando  
e-mail:

\_\_\_\_\_  
Orientador  
e-mail:

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

Eu, \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_

declaro ter ciência deste termo e concordo em participar como voluntário do projeto de pesquisa acima descrito.

**OU**

Eu, \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_,

responsável legal por \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_

declaro ter ciência deste termo e concordo com a sua participação como voluntário do projeto de pesquisa acima descrito.

\_\_\_\_\_  
Sujeito da pesquisa ou responsável legal