

**CONSTRUÇÃO DE UM LABORATÓRIO COMPACTO PARA  
REAÇÕES ORGÂNICAS SUSTENTADO POR ENERGIA SOLAR**

## **CONSTRUÇÃO DE UM LABORATÓRIO COMPACTO PARA REAÇÕES ORGÂNICAS SUSTENTADO POR ENERGIA SOLAR**

Sabemos que as escolas estaduais enfrentam muitos problemas, tanto no que diz respeito à infraestrutura quanto à dificuldade em encontrar um processo eficiente de ensino-aprendizagem.

Com a finalidade de tentar melhorar esta realidade, foi construído um equipamento portátil de Química para desenvolvimento de experimentos, principalmente de Química Orgânica, que pode servir de ferramenta alternativa para despertar o interesse dos educandos nesta disciplina. Este pequeno equipamento foi construído para mostrar reações de refluxos e destilações.

Outras características importantes do equipamento são: dimensões reduzidas de 13cm x 55,5cm x 60,5cm com 20kg de massa, autossuficiente em energia por ter recarga da bateria por fonte solar através de um conjunto de células fotovoltaicas anexas ao sistema, possui iluminação, sistema de refrigeração fechado, podendo ser utilizado em sala de aula ou fora dela. Utilizado principalmente para sínteses e destilações de flavorizantes e extrações de essências naturais. Este aparato pode ainda ser utilizado para estudos interdisciplinares envolvendo a física e a eletrônica.

O aspecto mais relevante dessa proposta é justamente utilizar a experimentação e a tecnologia em favor da aprendizagem de química, tomando-se os cuidados ambientais, dando suporte a aula expositiva, para que estas se tornem mais significativa aos alunos. O projeto apresenta uma alternativa experimental para as escolas públicas, onde os investimentos são baixos, e em escolas que não têm laboratórios ou equipamentos para se realizar experiências simples.

O sistema foi utilizado no ensino do conteúdo de ésteres, para turmas de terceira série do ensino médio na cidade Prudentópolis, através de uma sequência de 10 aulas, iniciando com pesquisas fazendo uso de tecnologias disponíveis nos colégios (computador, celular e tablet), para posterior aplicação em atividades experimentais utilizando o equipamento proposto neste trabalho. Ao final, observou-se o evidente o entusiasmo que os alunos apresentaram quando se trabalhou com aulas práticas. Concluindo, que este equipamento possui um custo benefício excelente para as escolas públicas, onde os investimentos, principalmente em laboratórios e equipamentos, são muito baixos.

## Sumário

Sumário.....	2
1.PASSO A PASSO PARA A MONTAGEM DO APARELHO PARA REAÇÕES ORGÂNICAS.....	3
2.MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE REAÇÃO EM REFLUXO E DESTILAÇÃO.....	9
2.1Medidas básicas de segurança.....	9
2.2Carregamento da Bateria.....	10
2.2.1Carga por fonte solar.....	10
2.2.2Carregamento por fonte elétrica da rede.....	11
2.3 Reação em refluxo.....	11
3.ROTEIRO DE SINTESE DO ETANOATO DE ETILA E PROCESSO DE DESTILAÇÃO.....	14
3.1Síntese do Etanoato de Etila:.....	15
3.2Procedimento experimental.....	15
3.3Discussão.....	16
3.4Características do Acetato de etila (petrobras):.....	16
3.4.1ADESIVOS.....	16
3.4.2OUTRAS APLICAÇÕES.....	17
3.4.3MEIO AMBIENTE E SAÚDE.....	17
4.ANEXO 4: ROTEIRO EXTRAÇÃO DE OLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS E PROCESSO DE DESTILAÇÃO.....	18
4.1Procedimento experimental.....	19

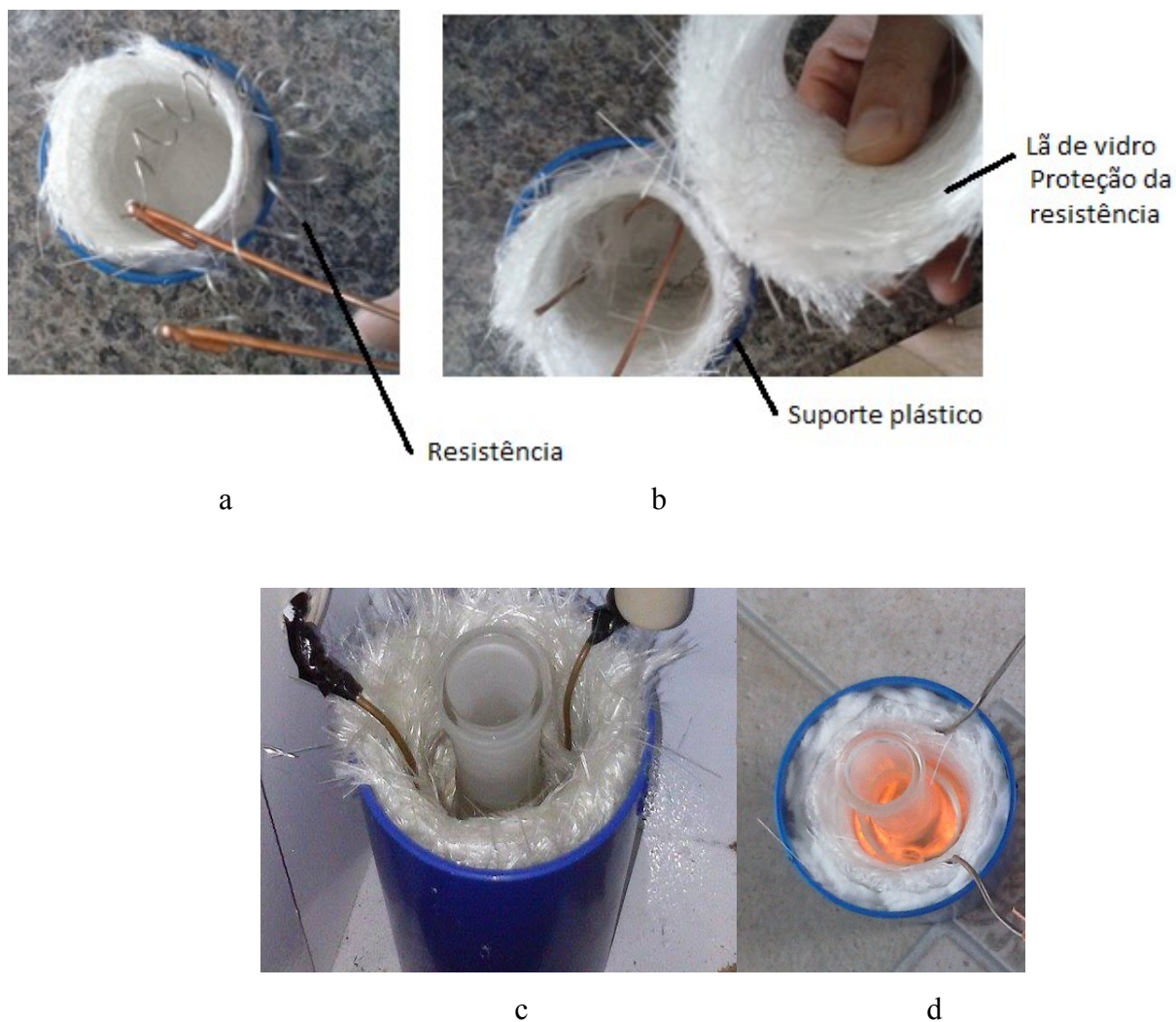
## 1. PASSO A PASSO PARA A MONTAGEM DO APARELHO PARA REAÇÕES ORGÂNICAS

A seguir serão descritas as etapas de construção do aparelho tema deste trabalho.

**a Manta 12v:** utilize os seguintes componentes:

- ✓ Resistência adaptada de chuveiro para 5 ohms (aproximadamente 30cm);
- ✓ Fio de cobre bitola 6mm descascado (40cm);
- ✓ Lã de vidro (utilizada para funilaria), um pacote;
- ✓ Copo de Calorímetro simples;

**Montagem:** 1: Faça um fundo no calorímetro com lã de vidro, e em seguida recorte o suficiente para se fazer um cone. Evitando o contato da resistência diretamente com o material plástico. 2: monte a resistência com um pedaço de resistência de chuveiro, esta fatia deve ser de 5 ohms, corte dois pedaços de 20cm de fios de cobre 6mm descascados e dobre as pontas, pendendo a resistência em suas extremidades, ligue ela em 12v observe se ficará levemente avermelhada, caso não fique, recalcule os potenciais elétricos. Observe a figura 1.



**Figura 1.** Processo de montagem da manta 12V. a) Resistência presa aos conectores, b) resistência instalada e colocação da proteção, c) manta montada e d) manta aquecendo.

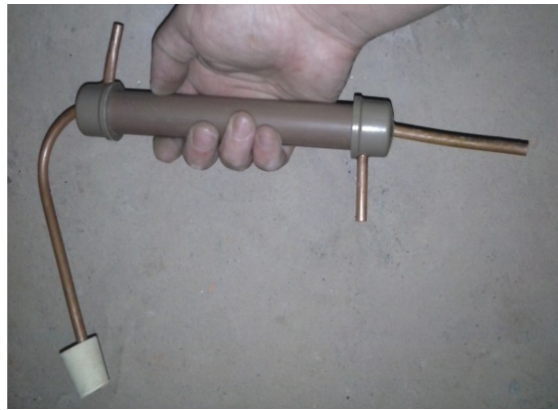
**b Balão de fundo redondo 50ml;**

Obs.: É possível adaptar outros balões de diferentes volumes de acordo com o tamanho da manta construída.

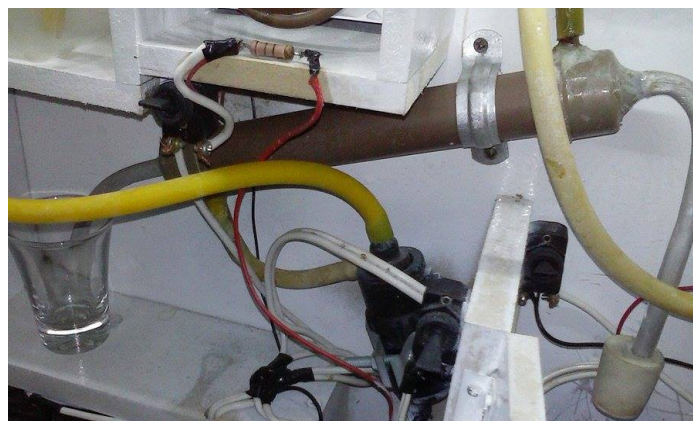
**c Condensador.** Para sua montagem será necessário;

- ✓ 40cm de cano de alumínio bitola 10mm, utilizado em refrigeração;
- ✓ 20cm de cano de água bitola 25mm;
- ✓ Dois tampões 25mm;
- ✓ Cola silicone;
- ✓ Cola de PVC;
- ✓ Uma rolha;
- ✓ Abraçadeira para cano 25mm e parafusos;

**Montagem:** 1: Corte 20cm de cano 25mm, cole dois tampões com cola PVC nas duas extremidades, fure os tampões o mais próximo possível do meio com broca 10mm. 2: Corte 40cm de cano de alumínio 10mm, lixe as extremidades, transpasse entre as extremidades do cano de PVC pelos furos, faça as dobras e ajustes necessários, cole o cano de alumínio com o PVC utilizando serragem do corte de PV com cola PVC, e em seguida passe massa epóxi para melhor vedação. 3: Fure o condensador de forma a permitir o fluxo de água de baixo para cima, utilize broca 10mm e pedaços de cano de alumínio de 10mm em comprimento 8cm, introduza nos furos e cole com mesmo processo descrito acima. Observe a foto do condensador pré-montado na figura 2, e instalado figura 3.



**Figura 2.** Condensador montado.



**Figura 3.** Condensador montado e instalado no sistema.

**d Sistema de refluxo:**

**Montagem:** 1: Faça as medidas de acordo com os materiais utilizados e fure a caixa suporte de forma que permita a passagem do cano para fora da mesma, assim permitindo a saída de gases para fora. 2: a montagem segue os mesmos passos do condensador, porém sua posição eh em pé, o que permite a substituição dos canos de core ou alumínio por vidro, uma vez que não precisa ser dobrado.

**e Bateria 12V e 18Ah do tipo chumbo selada;**

**f Placa solar (figura 4).** Utilizada com as seguintes características:

- ✓ Customizado: sim;
- ✓ Tensão saída: 18V
- ✓ Marca: ecoworthy;
- ✓ Material: Silicone Policristalino;
- ✓ Tamanho: 41x21x0,3 cm;
- ✓ Capacidade Nominal: sem limite;
- ✓ Número de Células: 36pcs;
- ✓ Energia Máx.: 10W;
- ✓ Modelo Número: EP10;



**Figura 4.** Placa solar de dimensões 41x21x0,3cm, vista frontal.

g **Caixa em MDF:** 13cmx46cmx48,5cm (medidas por fora), mostrada na figura 5.

Você vai precisar:

- ✓ 2m<sup>2</sup> de madeira MDF impermeável 10mm, ou madeira maciça.
- ✓ Alça em metal;
- ✓ Duas dobradiças;
- ✓ Uma fechadura tipo plug;



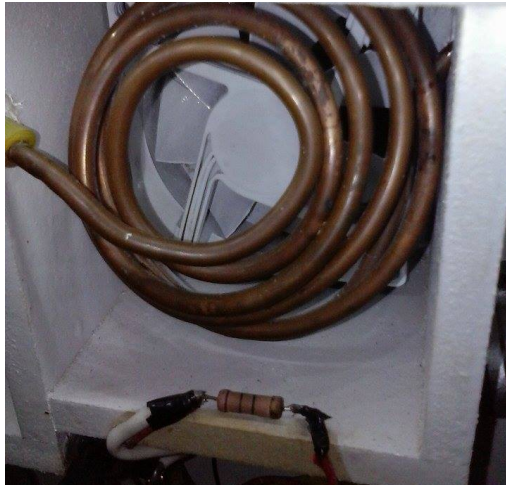
**Figura 5.** Vista frontal da caixa do sistema de refluxo e destilador.



**Montagem:** Solicitar para que um marceneiro faça o corte das peças e monte a caixa como se fosse uma maleta nas proporções 13cmx46cmx48,5cm (medidas por fora), e faça a furação de acordo o material você esta utilizando.

h **Sistema de refrigeração:**

- ✓ 1,5m de cano de cobre ou alumínio bitola 8mm, enrolado em espiral de acordo com a figura 6 a seguir;



**Figura 6.** Sistema de serpentina para refrigeração.

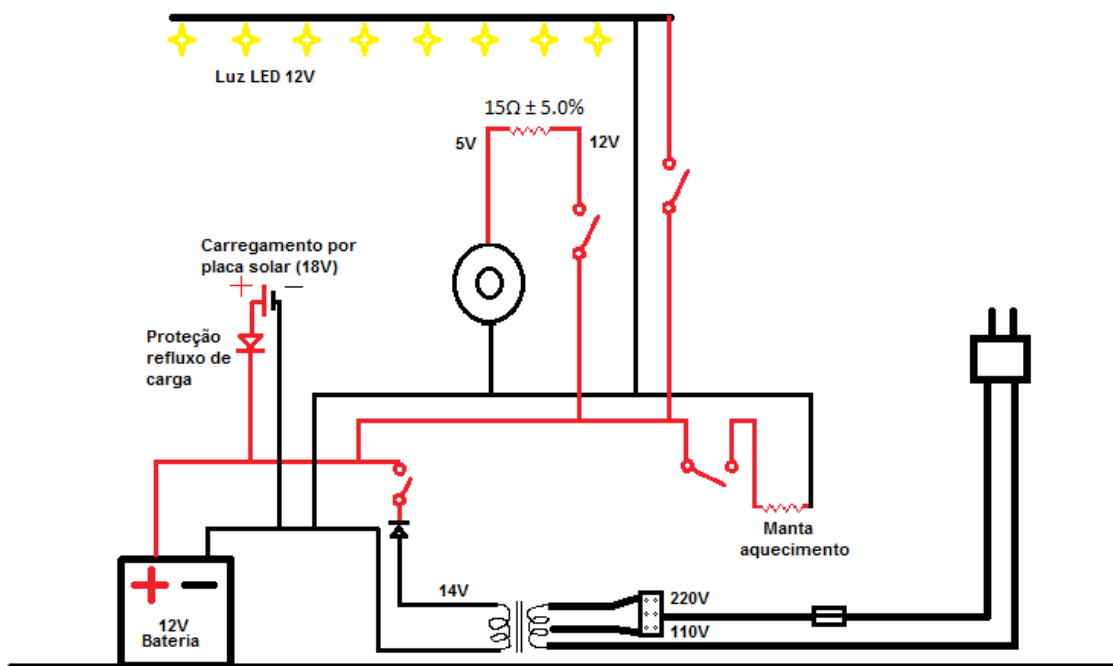
- ✓ Cooler 12V (pode ser sacado de fonte de computador);
- ✓ Cano de soro bitola 8mm;
- ✓ Motor 12V utilizado em injetor de água ou gasolina em automóveis;
- ✓ Resistor 5 $\Omega$ ;

**Montagem:** 1: Encontre a melhor posição para o cooler e fure a caixa exatamente onde irá ficar o cooler e com diâmetro menor, permitindo assim o aparafusar. 2: Prenda o cooler na caixa com parafusos, faça paredes para canalizar o ar que passa pela refrigeração oriunda do cooler, possuindo assim maior eficiência, 3: faça furos para a passagem da fiação e encanamento. 4: Solde a fiação e introduza um interruptor para o cooler, sendo que este pode ser utilizado junto com o motor de circulação de água em paralelo.

i **Sistema elétrico:** serão necessários os seguintes componentes eletrônicos:

- ✓ Diodo para placa solar: 0,5A ou superior;
- ✓ Transformador com voltagem selecionável, e tensão de saída 18V em 5A;
- ✓ Aparelho de solda profissional 15W;
- ✓ Sugador de solda;
- ✓ Diodo 3A, para o transformador;
- ✓ Suporte de fusível;
- ✓ Fusível 1A;
- ✓ Chave seletora 110/220V;
- ✓ Pino de tomada 10A;
- ✓ 2m de fio elétrico duplo 2,5mm;
- ✓ Três chaves interruptoras de 2A ou mais.
- ✓ Fita isolante;

Montagem: Siga o esquema da figura 16, sempre soldando as conexões elétricas para um melhor contato elétrico.




**Figura 7.** Esquema elétrico do produto educacional


Obs. 1: O diodo de 15Ω deve ser colocado preferencialmente na frente do cooler de refrigeração, pois assim será resfriado, evitando danos a peça.


Obs. 2: A fiação em vermelho representa a corrente polarizada positivamente.


Segue representações e símbolos eletrônicos utilizados no sistema elétrico, referenciados pelo site SABERELETRONICA.


 Representação de um diodo

 Representação de um fusível

 Representação de um motor (no caso do aparelho uma bomba d'água).

 Representação de um resistor

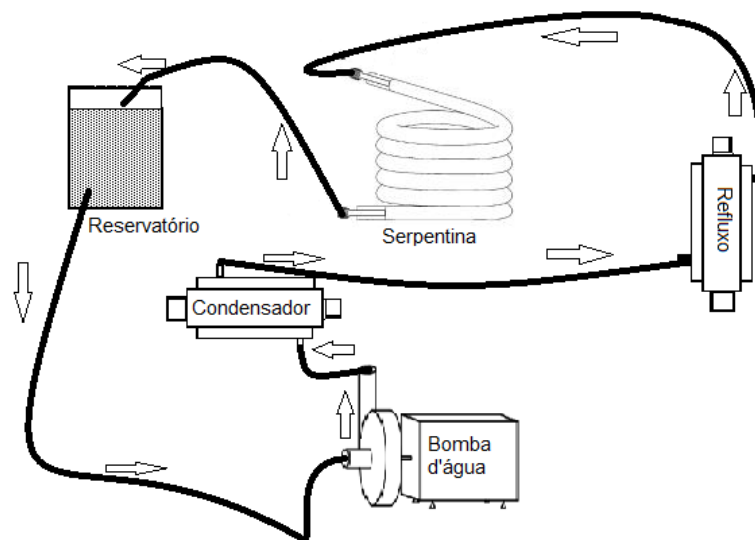
 Representação de um transformador de tensão, com chave seletora de voltagem de entrada de tensão.

 Representação de um pino de tomada.

 Representação de uma bateria.

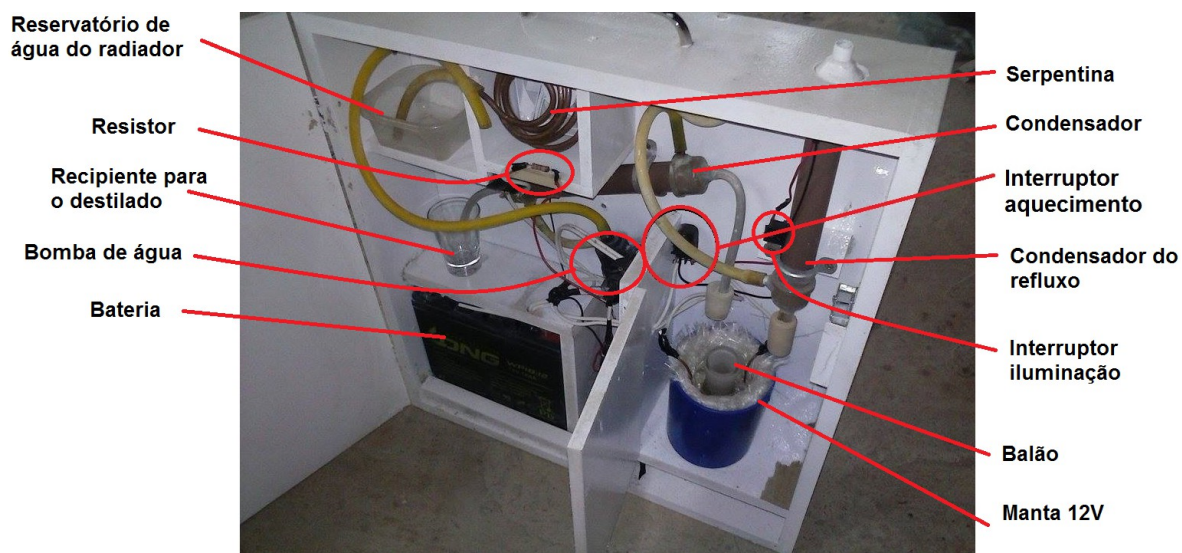
Todo o sistema elétrico e todas as figuras foram criados pelo autor do trabalho, seguindo-se os padrões da eletrônica.

#### j **Esquema hidráulico do sistema:**



**Figura 8.** Esquema hidráulico do produto educacional

É fácil observar que a água utilizada no resfriamento possui um fluxo fechado, o que evita o desperdício de água, comum em destilação.



**Figura 9.** Principais componentes do destilador e suas posições.

## Referência

SABERELETRONICA , **Lição 6 - Simbologia e Interpretação de Diagramas**, 2001.  
Disponível em: <<http://www.sabereletronica.com.br/artigos/2302-lio-6-simbologia-e-interpretacao-de-diagramas>>. Acesso 7 outubro 2015

## 2. MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE REAÇÃO EM REFLUXO E DESTILAÇÃO

### 2.1 Medidas básicas de segurança

- Não colocar o dedo ou outras partes do corpo diretamente em cima do resistor de  $15\Omega$ , pois pode haver queimaduras.

- Não interromper o funcionamento do ventilador do radiador, pois pode haver danos ao mesmo.
- Não interromper o fluxo de água do sistema de refrigeração com pressão ou dobras no encanamento, pois pode haver rompimentos ao mesmo.
- Ao fazer medidas de tensão ou amperagem, sempre verificar se o multímetro está na posição correta, e em caso de dúvidas, sempre recorra ao professor ou manual do aparelho.
- Jamais ligue a manta vazia, pois pode haver superaquecimento da mesma e queima da resistência.
- Evite derramar água sobre qualquer parte do equipamento, pois há risco de danos ao sistema.
- Em caso de verificação de mal funcionamento em qualquer parte do aparelho, interrompa o procedimento desligando todos os interruptores até resolver o problema.
- Verifique antecipadamente se o sistema de refrigeração está sugando e devolvendo água ao reservatório.
- Caso o carregamento esteja ocorrendo por fonte de energia elétrica, não encoste no transformador, pois seu aquecimento pode provocar queimaduras.
- Sempre se certifique de que o balão esteja bem encaixado no sistema de refluxo ou destilação, pois caso contrário haverá perda de reagentes e produtos por evaporação, podendo-se ter irritação ao inalar os vapores.

## **2.2 Carregamento da Bateria**

A bateria pode ser carregada de duas formas: Energia solar e elétrica da rede.

### ***2.2.1 Carga por fonte solar***

Abra a tampa do aparelho e retire a placa solar que encontra-se encaixada na parte frontal, assim como na figura 10:



Figura 10. Posição da placa solar dentro do aparelho.

Encontre a melhor posição da placa ao sol, geralmente ao norte, e em seguida conecte a placa com suas garras tipo jacaré ao local correto de acordo com a figura 11, e incline a placa para que absorva o maior número de radiação solar.



Figura 11. Conexão da placa solar.

Obs.: Proteja o aparelho dos intemperes do tempo, como chuva e sol.

### ***2.2.2 Carregamento por fonte elétrica da rede***

Verifique a tensão da tomada utilizando o multímetro (110V ou 220V).

Posicione a chave seletora de voltagem do aparelho (figura 12) de acordo com a voltagem da rede, para evitar danos ao transformador de tensão e ao aparelho.



Figura 12. Chave seletora de voltagem

Plugue a extensão (anexa ao aparelho) aos pinos de tomada no aparelho e na tomada de tensão.

Acione o interruptor para ativar o carregamento.

### **2.3 Reação em refluxo.**

Certifique-se de que o aparelho está com a carga total da bateria, para isso, com uso do multímetro em anexo ao aparelho, faça a leitura da voltagem liberada pelo aparelho, caso seja menor que 13V a bateria deve ser recarregada até atingir esta voltagem

Certifique-se de que possui há água no reservatório do radiador, caso não esteja completa, preencha até  $\frac{3}{4}$  do volume máximo, e ligue o sistema. Observe se quantidade de água no reservatório está baixando, caso isso aconteça, preencha mais água até que o volume se equilibre em  $\frac{3}{4}$  do volume máximo. Observe a imagem do reservatório na figura 13.



Figura 13. Reservatório de água do radiador do sistema.

Teste o sistema de refrigeração, ligando e observando se ocorrerá circulação de água, caso isso não esteja acontecendo, verifique:

1. Se o motor esta ligando
2. Se se há rompimento na fiação soldas etc.
3. Caso os itens 1 e 2 não foram constatados e o motor esta ligando, porém não há circulação de água, faça a sucção da água pela mangueira de saída, com ajuda de uma seringa, até que o mangueiramento se encha de água e o motor consiga fazer a circulação sozinho.

Coloque o balão volumétrico de 50ml na manta de aquecimento, tomando o cuidado de que sempre esteja com os líquidos reagentes para evitar danos a manta de aquecimento e possível trinca a vidraria. Segue abaixo na figura 14, imagem do sistema de aquecimento.





Figura 14. Imagem da manta de aquecimento com o balão de 50ml pronto para ser encaixado.

Ligue a manta de aquecimento no interruptor indicado na figura 15 abaixo.



**Interruptor  
aquecimento**

Figura 15. Aparelho com indicação da posição da chave interruptora para acionamento da manta.

Ligue o sistema de refrigeração, acionando o interruptor indicado na figura 16.



Figura 16. Posição do interruptor do sistema de refrigeração.

Siga o procedimento indicado no roteiro da experimentação.

Caso seja necessário, ligue o sistema de iluminação para facilitar a visualização do processo.

### 3. ROTEIRO DE SÍNTESE DO ETANOATO DE ETILA E PROCESSO DE DESTILAÇÃO

Inicie certificando-se de que o aparelho está com a carga da bateria suficiente. Para isso, com uso do multímetro em anexo ao aparelho, faça a leitura da voltagem liberada pelo aparelho, caso seja menor que 13V a bateria deve ser recarregada até atingir esta voltagem.

Certifique-se de que possui água no reservatório do radiador, caso não esteja completa, preencha até  $\frac{3}{4}$  do volume máximo, assim como descrito no anexo 2.

Teste o sistema de refrigeração, ligando o mesmo e observando se ocorrerá circulação de água, caso isso não esteja acontecendo, verifique:

1. Se o motor está ligando
2. Se não há rompimento na fiação
3. Caso os itens 1 e 2 estejam ok, faça a sucção da mangueira de saída de água com ajuda de uma seringa ou com a boca até que o mangueiramento se encha de água e o motor consiga fazer a circulação sozinho.

Coloque o balão volumétrico de 50ml na manta de aquecimento, tomando o cuidado de que sempre esteja com os líquidos a serem destilados, para evitar danos a manta de aquecimento.

Ligue a manta de aquecimento no interruptor indicado na figura 17.



Figura 17. Aparelho com indicação da posição da chave interruptora para acionamento da manta.

Ligue o sistema de refrigeração.

Siga o procedimento indicado no roteiro da experimentação.

Caso seja necessário, ligue o sistema de iluminação através do interruptor indicado na figura 18 para facilitar a visualização do processo.

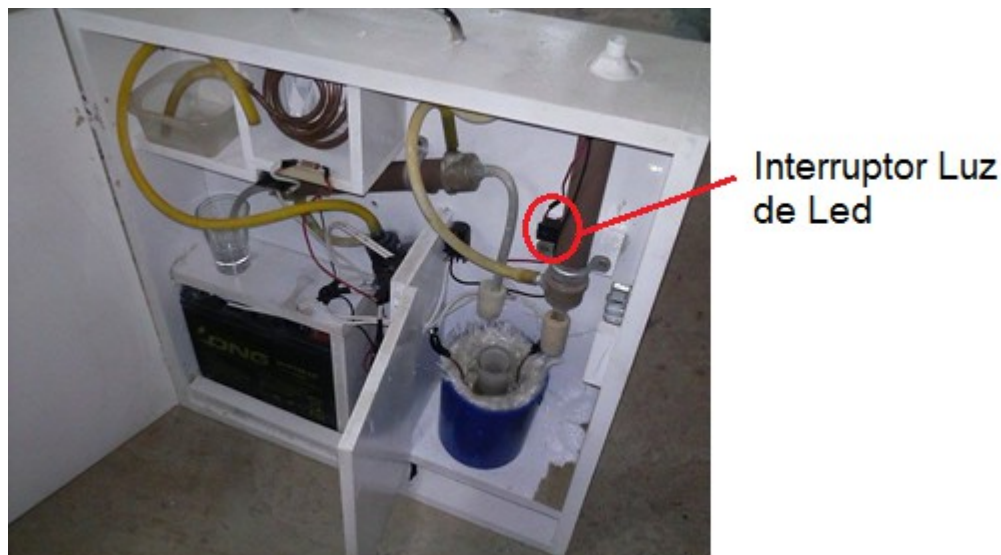


Figura 18. Posição do interruptor do sistema de refrigeração.

### 3.1 Síntese do Etanoato de Etila:

Ésteres são compostos orgânicos derivados dos ácidos oxigenados pela substituição de seus hidrogênios ionizáveis por radicais derivados de hidrocarbonetos. Quando derivados de ácidos orgânicos possuem a fórmula geral  $R - COO - R'$ . Ocorrem de forma natural, destacando-se na essência de frutos, óleos e gorduras.

Pode-se obter alguns ésteres sem maiores dificuldades, como, por exemplo, o **acetato de etila**, conforme procedimento detalhado abaixo:

A obtenção de acetato de etila: pode-se obter o acetato de etila por meio da reação entre o etanol anidro e o ácido acético glacial, tendo como catalisador da reação o ácido sulfúrico.

“Acetato de etila (Fórmula:  $CH_3COOCH_2CH_3$ ) é um éster simples, que possui alta aplicação industrial. É um ótimo solvente, relativamente pouco volátil.”.

## 3.2 Procedimento experimental

1. Identificar o odor de álcool etílico e do ácido acético. Obs.: cuidado, não cheirar diretamente do frasco aberto, pode causar fortes irritações. Aguarde instruções do professor.
2. Colocar 15 mL de ácido acético glacial e 10 mL de etanol em um balão de fundo redondo de 50ml.
3. Juntar ao balão, com agitação, 2,5mL de ácido sulfúrico concentrado. Este ácido vai atuar como desidratante e catalisador, auxiliando a esterificação.
4. Acionar o sistema de destilação por refluxo.
5. Acionar o sistema de refrigeração.
6. Ferver a solução a refluxo durante 20 minutos. Esse sistema de aquecimento se chama “a refluxo”, porque os vapores desprendidos na ebulição se condensam no refrigerador e refluem no Balão. Evita-se assim a perda dos reagentes e produtos.
7. Cessar o aquecimento. Deixar esfriar durante 5 minutos ou o tempo suficiente para que se possa passar a manta com o balão para o sistema de destilação.
8. Despejar 1mL da solução obtida em um copo de béquer: Identificar o odor característico de esmalte de unhas.
9. Acrescentar 100mL de água no béquer: Identificar, pelo odor agradável (de frutas), o acetato de etila formado.

### 3.3 Discussão

O ácido sulfúrico age como catalisador na reação de esterificação realizada, pois ele acelera os limites da conversão do ácido acético e etanol em acetato de etila e água, proporcionando assim o aumento do rendimento da reação.

A reação de síntese do etanoato de etila não ocorre com 100% de rendimento, ou seja, sobram reagentes misturados ao produto, porém o éster é a primeira substância a ser destilada, pois observa-se que seu ponto de ebulição é menor que dos demais reagentes envolvidos no processo.

1. Acetato de Etila: 76,5°C a 77,5°C
2. Acido Acético: 117°C a 118°C
3. Etanol: 78° C

### 3.4 Características do Acetato de etila (petrobras):

O ACETATO DE ETILA BR é um líquido límpido, incolor e com odor agradável. É volátil, com alto poder de solvência, produzido principalmente pela reação do ácido acético com o etanol.

**PRINCIPAIS APLICAÇÕES: FORMULAÇÃO DE THINNERS, LACAS, TINTAS E VERNIZES**

O ACETATO DE ETILA é um bom solvente para resinas alquídicas, nitro celulósica, aceto butiratos, de celulose, breu esterificado, fenólicas modificadas, uréia-formaldeído, epóxi, poliuretano, acrilatos e metacrilatos.

Em tintas heliográficas e flexográficas para aplicação em embalagens, o acetato de etila pode ser empregado sobre os seguintes suportes: filme celulósico, papel, folha de alumínio, PVC, poliéster, polietileno e polipropileno.

#### 3.4.1 ADESIVOS

Em adesivos à base de acetato de polivinila, policloropreno e borracha clorada, permite formulações com altos teores de sólido.

### 3.4.2 OUTRAS APLICAÇÕES

- Em fragrâncias (perfumes) e aromas (essências).
- Na produção de couro artificial.

### 3.4.3 MEIO AMBIENTE E SAÚDE

O contato com os olhos pode causar forte irritação e a aspiração de vapores pode causar irritação do trato respiratório em altas concentrações causando dor de cabeça, náuseas, narcose, irritação pulmonar e efeitos tóxicos. A ingestão irrita o trato digestivo superior, provoca náuseas e pode ser absorvida pela corrente sanguínea. O contato com a pele é irritante, uma vez que dissolve a gordura. Deve ser mantido distante de calor, chamas e centelhas; mantenha o ambiente ventilado; só descarregue o produto após a ligação do fio terra. Nunca transfira o produto usando pressão de ar comprimido.

Tabela 1. Caracterização do etanoato de etila, segundo Petrobras.

CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO	CARACTERÍSTICA	MÉTODO	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE
	Título	ASTM - D 3545	99,9 (mín.)	% peso
	Densidade 20/20°C	ASTM - D 891	0,900 - 0,903	-
	Faixa de destilação a 760 mmHg	ASTM - D 1078	75,5 - 78,0	° C
	Cor, escala Pt-Co	ASTM - D 1209	10 (máx.)	-
	Teor de água	ASTM - D 1364	0,05 (máx.)	% peso
	Índice de neutralização	ASTM - D 1613	0,09 (máx.)	mg KOH/g
	Resíduo de evaporação	ASTM - D 1353	5,0 (máx.)	mg/100ml
	Teor de etanol	ASTM - D 3545	300 (máx.)	mg/Kg

Referência

PETROBRAS, Soluções químicas. **Síntese do Acetato de Etila**. Disponível em: <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/bba4190043a7a2ca81658fecc2d0136c/ft-quim-oxi-acetato-etila.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso 06 de novembro de 2015.

#### **4. ANEXO 4: ROTEIRO EXTRAÇÃO DE OLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS E PROCESSO DE DESTILAÇÃO**

Inicie certificando-se de que o aparelho esta com a carga da bateria suficiente. Para isso, com uso do multímetro em anexo ao parelho, faça a leitura da voltagem liberada pelo aparelho, caso seja menor que 13V a bateria deve ser recarregada até atingir esta voltagem.

Certifique-se de que possui água no reservatório do radiador, caso não esteja completa, preencha até  $\frac{3}{4}$  do volume máximo, assim como descrito no anexo 2.

Teste o sistema de refrigeração, ligando o mesmo e observando se ocorrerá circulação de água, caso isso não esteja acontecendo, verifique:

1. Se o motor esta ligando
2. Se não há rompimento na fiação
3. Caso os itens 1 e 2 estejam sem problemas, faça a sucção da mangueira de saída de água com ajuda de uma seringa, até que o mangueiramento se encha de água e o motor consiga fazer a circulação sozinho. Obs.: Isso pode ocorrer quando o equipamento fica por alguns dias sem uso, e a mangueira seca.

Coloque o balão volumétrico de 50ml na manta de aquecimento, tomando o cuidado de que sempre esteja com os líquidos a serem destilados, para evitar danos a manta de aquecimento.

Ligue a manta de aquecimento.



Ligue o sistema de refrigeração.

Siga o procedimento indicado no roteiro da experimentação.

Caso seja necessário, ligue o sistema de iluminação, para facilitar a visualização do processo.

#### **4.1 Procedimento experimental**

- Selecione plantas que se queira retirar óleos essenciais, preferencialmente as que possuem odores característicos como: Hortelã, casca de laranja, folhas de limão ou laranja, folhas de eucalipto dentre outras.
- Corte folhas o suficiente para que se encha metade do balão volumétrico.
- Encha com o veículo de araste para destilação (água, etanol etc.).
- Conectar o balão no sistema de destilação.
  
- Acionar a manta para destilação e o sistema de refrigeração, deixando o processo por 30 min.
  
- Observar se há gotejamento do destilado.
  
- Coletar o destilado e identificar o óleo concentrado através do odor característico.