

## **Estudo e preparação do etanol**

Dr. Milton Antonio Auth - [auth@unijui.edu.br](mailto:auth@unijui.edu.br)  
Dra. Miriam Ines Marchi - [mimarchi@univates.br](mailto:mimarchi@univates.br)  
Dra. Eniz Conceição Oliveira - [eniz@univates.br](mailto:eniz@univates.br)  
Vanessa Paula Reginatto - [vanessarelvado@yahoo.com.br](mailto:vanessarelvado@yahoo.com.br)  
Marlete Finke Mörs - [fmarlete@yahoo.com.br](mailto:fmarlete@yahoo.com.br)

### **1 - Introdução**

A presente Unidade Curricular foi elaborada para orientar o trabalho a ser realizado com professores e com turmas de estudantes da educação básica. Nesta, são apresentadas atividades experimentais de extração e preparação do etanol, (fonte de matéria prima, como o abacaxi e a cana-de-açúcar), buscando relacionar os conteúdos de química, física, biologia e matemática e compreendendo os processos de fermentação e destilação.

Nos tempos atuais, por motivos econômicos e ambientais, muitos países estão investindo na produção e na utilização do etanol, dentre eles está o Brasil. Os biocombustíveis diminuem a dependência dos combustíveis fósseis, promovem o desenvolvimento da agricultura local e produzem menos gás carbônico, monóxido de carbono e dióxido de enxofre do que os combustíveis fósseis, contribuindo para a diminuição da poluição atmosférica e do aquecimento global (SANTOS, 2008). Neste sentido, essa Unidade pretende ser uma contribuição para as ações docentes que pretendem minimizar o distanciamento entre o ensino de Ciências, a área científica e tecnológica e as questões ambientais, desenvolvendo novas alternativas curriculares, principalmente integrando relações ambientais e sociais.

### **2 - Objetivos**

#### **2.1 - Objetivo geral**

Desenvolver, aplicar e produzir atividades, discussões e reflexões sobre o tema etanol, enfocando a questão ambiental e introduzir os conceitos nas disciplinas de matemática, química, física e biologia.

## 2.2 - Específicos

- Realizar experimentos em laboratório envolvendo a preparação do etanol, buscando relacionar os conteúdos de física, química, biologia e matemática, sob uma visão interdisciplinar, para entender melhor seu processo de preparação.
- Analisar o impacto ambiental que causa um combustível fóssil e um biocombustível identificando as vantagens e desvantagens do uso dos mesmos.
- Identificar as principais aplicações do etanol nas diversas áreas, como produção de bebidas alcoólicas, indústria farmacêutica, combustíveis, etc.
- Avaliar e estudar os processos e as reações químicas envolvidas, a exemplo da fermentação e destilação.

## 3 - Conteúdos envolvidos na unidade experimental

- a) Fontes: Matérias primas utilizadas na produção do etanol (cana-de-açúcar, abacaxi, etc).
- b) Reação e processos envolvidos na preparação do etanol:
  - Processos utilizados no preparo inicial da matéria-prima natural (moagem, prensagem);
  - Fermentação;
- c) Reação química
- d) Fatores que envolvem a reação (temperatura, catalisador).
- e) Processo de purificação por destilação
  - Fonte de aquecimento.
  - Termômetro (Escala termométrica).
  - Tipos de destilação (simples e fracionada).
- f) Estados físicos da matéria.
- g) Propriedades físicas e estrutura molecular dos compostos orgânicos (ponto de ebulição, solubilidade).
- h) Misturas hidroalcoólicas (teor alcoólico com alcoolômetro)

i) Aplicações do etanol, tais como: produção de bebidas alcoólicas, indústria farmacêutica, combustíveis, etc.

## 4 – Mais informações

### 4.1 - Sobre o etanol

Os alcoóis são substâncias orgânicas cujas moléculas possuem uma hidroxila ( $-OH$ ), que é um grupo funcional, ligada a um carbono saturado da cadeia carbônica. Sua fórmula geral é  $R-OH$ , sendo  $R$  um grupo alquila. A substância mais comum desse grupo é o álcool etílico ou etanol, o qual está presente em bebidas alcoólicas e é utilizado como combustível. Comumente, o álcool etílico é chamado simplesmente de álcool. O etanol  $CH_3CH_2OH$ , é um álcool primário, pois se encontra ligado diretamente a um carbono primário (MÓL e SANTOS, 2005).

O etanol faz parte da vasta família de componentes chamados de álcool. Fazendo uma analogia com a estrutura da água ( $H-O-H$ ), em que um átomo de hidrogênio foi substituído por um grupo alquila ( $CH_3-CH_2-O-H$ ). O etanol, mais conhecido como o álcool das bebidas alcoólicas, provoca euforia pelo consumo (limitado) e é usado propositalmente há milhares de anos. Talvez isso não devesse surpreender ninguém, porque o etanol é gerado na fermentação natural dos carboidratos, assim, a adição da levedura a uma solução de açúcar em água provoca a evolução de  $CO_2$  e a formação do etanol (VOLLHARD, 2004).

Como pode ser obtido por meio de processos de fermentação natural, existem registros de sua utilização que datam de mais de oito mil anos. Apesar de ser possível sintetizá-lo em laboratório, a legislação determina que o etanol utilizados em bebidas alcoólicas deve ser obtido a partir da fermentação natural de frutas, grãos ou cana de açúcar (MÓL, *et al*, 2005).

Normalmente, a fermentação ocorre pela adição de um fermento a uma mistura de açúcares e água. O fermento contém enzimas que promovem uma longa série de reações que finalmente convertem um açúcar simples ( $C_6H_{12}O_6$ ) em etanol e dióxido de carbono.



A fermentação, por si só, não produz bebidas com teor de etanol maior que 12-15%, pois em concentrações elevadas as enzimas do fermento são desativadas. Para produzir bebidas com teor alcoólico, a solução deve ser destilada. A destilação de uma solução de etanol com água não produz um etanol mais concentrado do que 95%. A mistura de 95% de etanol e 5% de água ferve

a uma temperatura mais baixa (78,15 °C), do que a do etanol puro (78,30 °C), ou da água pura (100 °C). Essa mistura é um exemplo de um azeótropo (SOLOMONS, FRYHLE, 2002).

Podem utilizar-se vários microorganismos para transformar os açúcares em álcool. Entre os microorganismos destacam-se várias leveduras: *Saccharomyces cerevisiae*; *Schizosaccharomyces pombe*, quando o substrato é constituído por hexoses; e *Cândida utilis*, quando certo percentual do substrato é constituído por pentoses.

Além das leveduras, há também bactérias: *Zymonas mobilis* e *Thermoanaerobacter ethanolica*. Requisitos que os microorganismos devem preencher:

- velocidade de fermentação;
- resistência ao álcool;
- eficiência a pH baixo e a anti-sépticos;
- estabilidade genética (WENZEL,2001).

O álcool é um líquido claro à temperatura ambiente, é menos denso e evapora em temperaturas mais baixas do que a água, essa propriedade permite que ele seja destilado, aquecendo uma mistura de álcool e água, o álcool evapora primeiro, ele se dissolve facilmente em água, é inflamável a tal ponto de ser utilizado como combustível (VOLLHARD, 2004).

O etanol é hipnótico (induz ao sono). Diminui a atividade na parte superior do cérebro apesar de dar a impressão de ser um estimulante. O etanol é também é tóxico, mas muito menos tóxico do que o metanol. Em ratos, a dose letal de etanol é 13,7 g/kg do peso corporal. Em muitos países o abuso do etanol é um grave problema de drogas (SOLOMONS,FRYHLE, 2002).

#### **4.2 – Sobre o álcool combustível**

Os órgãos responsáveis pelo álcool combustível são: o Departamento das Indústrias Intensivas em Mão-de-Obra e Recursos Naturais – DEORN; e o Departamento de Indústrias de Equipamentos de Transporte – DEIET.

O Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior é membro do Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool (CIMA) que foi criado com o objetivo de deliberar sobre as políticas públicas para o setor sucroalcooleiro, conforme o [Decreto nº 3.546](#), de 17 de julho de 2000. O CIMA é presidido pelo titular do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), acompanhado pelos ministros deste MDIC, do Ministério de Minas e Energia (MME) e do Ministério da Fazenda (MF).O MDIC também participa de Missões Internacionais, Arranjo Produtivo, Acordos e Memorandos de Cooperação Internacionais, Fórum Internacional de Biocombustíveis, dentre outros. O MDIC está inserido nas questões da indústria de bens de capital para o setor sucroalcooleiro, na indústria do álcool e no seu uso veicular (<http://www.mdic.gov.br>).

O uso do **álcool combustível** no Brasil, em larga escala, é regulamentado por meio de dois programas distintos: como álcool hidratado, comercializado via bombas específicas nos postos de abastecimento, em veículos movidos exclusivamente a álcool e em veículos *Flex Fuel*, ou como álcool anidro em mistura obrigatória à gasolina. A [Lei nº 8.723](#), de 28 de outubro de 1993, dispõe que o Poder Executivo fixará o percentual da mistura de álcool anidro na gasolina no intervalo de 20% a 25% (<http://www.mdic.gov.br>).

O advento dos veículos *Flex Fuel* gerou um aumento significativo no consumo de álcool hidratado no Brasil: 4,3 bilhões de litros em 2003 para 10,1 bilhões de litros em 2007, segundo a consultoria Datagro. Cabe destacar que nos EUA a frota deste tipo de veículo é superior a 6 milhões de unidades que podem ser abastecidas com qualquer mistura de E-85 (85% de etanol e 15% de gasolina) e gasolina. Outros países como Suécia, Espanha, Alemanha, França, Holanda, Inglaterra e Canadá estão incentivando o uso de veículos *Flex Fuel*. Estes veículos e os movidos exclusivamente a álcool hidratado têm alíquotas do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) menores em relação aos veículos a gasolina. O [Decreto nº 4.317](#), de 31 de julho de 2002, fixou as alíquotas do IPI de veículos *Flex Fuel* (início do tratamento tributário destes veículos) e induziu o lançamento dos mesmos no ano seguinte (<http://www.mdic.gov.br>).

Em outubro de 2007 ocorreu o lançamento do primeiro ônibus brasileiro movido a álcool, no âmbito do Projeto BEST - *BioEthanol for Sustainable Transport*. Trata-se de uma iniciativa da União Européia que tem como objetivo divulgar mundialmente o uso do álcool combustível, com o apelo à redução do uso de combustíveis fósseis e de emissões de gases geradores de efeito estufa (<http://www.mdic.gov.br>).

O Brasil tem trabalhado não só no sentido de aumentar sua produção de álcool etílico para fins carburantes, a partir da cana-de-açúcar, como também de transferir sua experiência e tecnologia para que outros países tropicais, que dispõem de terras, mão-de-obra e radiação solar intensa, possam ser produtores e exportadores de álcool, ampliando e diversificando sua oferta no mercado mundial. A intenção é tornar o álcool uma commodity internacional. Destaca-se o FUNTEC (fundo tecnológico), por ser um programa destinado a investir em áreas consideradas de fronteira tecnológica, incluída os desenvolvimentos tecnológicos ligados às energias renováveis provenientes da biomassa, capazes de assegurar, no longo prazo, a competitividade do Brasil nesta área (<http://www.mdic.gov.br>).

### 4.3 – Sobre o etanol e o meio ambiente

O etanol polui menos o ar atmosférico do que os derivados do petróleo, porque é um combustível mais limpo, não contém certos poluentes, como o benzeno, que são prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.

Além disso, a sua queima é mais completa, reduzindo a quantidade de poluentes na atmosfera. O processo de produção e uso do etanol de cana-de-açúcar, que se inicia com o plantio da cana e termina com os gases que saem do escapamento dos carros, é responsável pela absorção de cerca de 90% dos gases de efeito estufa durante o ciclo de vida do combustível (<http://www.etanolverde.com.br>)

Desconsiderando-se o uso de catalisadores, o etanol trata-se de um combustível mais limpo do que seu substituto, a gasolina, pois possui menores fatores de emissão para poluentes de efeito local. Ele é proveniente de uma fonte renovável, a cana-de-açúcar, resultando em emissões líquidas de gases precursores do efeito estufa potencialmente nula por seu conteúdo de carbono ser reciclado.

Espera-se, então, que se possa dar novo impulso ao uso em larga escala do álcool combustível, de forma que sejam aproveitadas suas vantagens ambientais e que, ao mesmo tempo, esse movimento não impeça a reflexão crítica sobre todas as possibilidades de desenvolvimento que isso poderia propiciar. Por isso vale recuperar brevemente a evolução do uso do etanol combustível no Brasil e provocar a discussão sobre modelos de desenvolvimento alternativos dessa indústria (LEME, 2004).

Acima de tudo, é essencial garantir as condições ambientais que cercam a produção do etanol, pois o meio ambiente é um bem natural de todos e devemos assegurar um convívio amigável, preservando-o.

## 4 - Parte Experimental

### 4.1 - Aparelhos e reagentes

- |                           |                                     |                    |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| - Caldo de cana-de-açúcar | - Fermento biológico                | - Papel indicador  |
| - Balde de plástico       | ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ) | - Copos de 1000 mL |
| - Pano para filtração     | - Aquecedor elétrico                | - Etiquetas        |
|                           | - Panela de alumínio                | - Copos de 250 mL  |

#### 4.2 - Atividade 1: Fermentação do álcool

A operação inicial depende da matéria-prima da qual se parte, no caso do abacaxi, processa-se no liquidificador (e da cana, em moendas de cana). Posteriormente, o caldo recolhido é fervido. Acerta-se o pH. Adiciona-se o fermento (*Saccharomyces cerevisiae*).

Pode-se adaptar uma rolha perfurada num erlenmeyer e introduzir nela um tubo de vidro que entre bem justo no furo; sobre esse tubo de vidro enfia-se uma mangueira de látex de cerca de 60 cm de comprimento. (ou utiliza-se um kitassato com tampa). A extremidade livre do tubo de látex é mergulhada num frasco com água, a fim de visualizar a fermentação (Figura 1).

O borbulhamento de gás é o indicativo correto da fermentação anaeróbica dos açúcares. A fermentação leva mais ou menos oito dias, dependendo da temperatura ambiente e da quantidade de fermento adicionado ao mosto. Quando não há mais borbulhamento de gás, a fermentação foi concluída.

*Obs: Se a atividade for realizada num turno de aula semanal, deixa-se a fermentação ocorrer por uma semana, para, na seguinte aula prática, continuar com outras operações subseqüentes.*

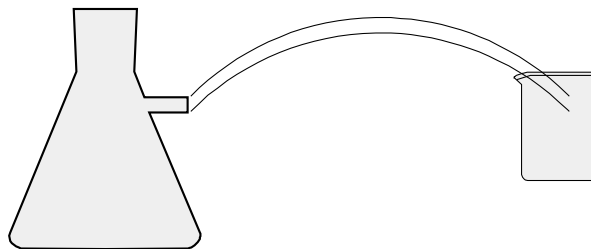


Figura 1: Esquema de equipamento para fermentação

Observação:

Se o mosto for pobre em açúcares, pode-se adicionar açúcar de cana para aumentar o teor alcoólico no final da fermentação

O produto desta fermentação será utilizado na próxima etapa: destilação do vinho para obter álcool.

#### 4.3 - Atividade 2: Destilação do álcool

Coloca-se o produto resultante da fermentação no balão de 500 mL. Em seguida, adicionam-se ao líquido hidroalcoólico do balão três a quatro pedras de ebulição, mais uma colher de sal (NaCl). Coloca-se o balão no banho de óleo e monta-se o sistema de destilação (ver

desenho abaixo). Fixa-se este conjunto de vidraria com garras aos suportes para evitar que caiam. Montado o aparelho, liga-se o aquecimento do banho de óleo e a água de refrigeração do condensador. Recolhe-se o destilado entre 78 e 80 °C. O destilado que sair acima de 80 °C, isto é a partir de 81 °C é recolhido num segundo erlenmeyer. Lembrando que em uma destilação a primeira fração (antes de estabilizar a temperatura), considerado “ponta da destilação” deverá ser descartada. Medir o teor alcoólico do álcool destilado bem como a segunda porção com um alcoolômetro, em proveta de 250 mL.

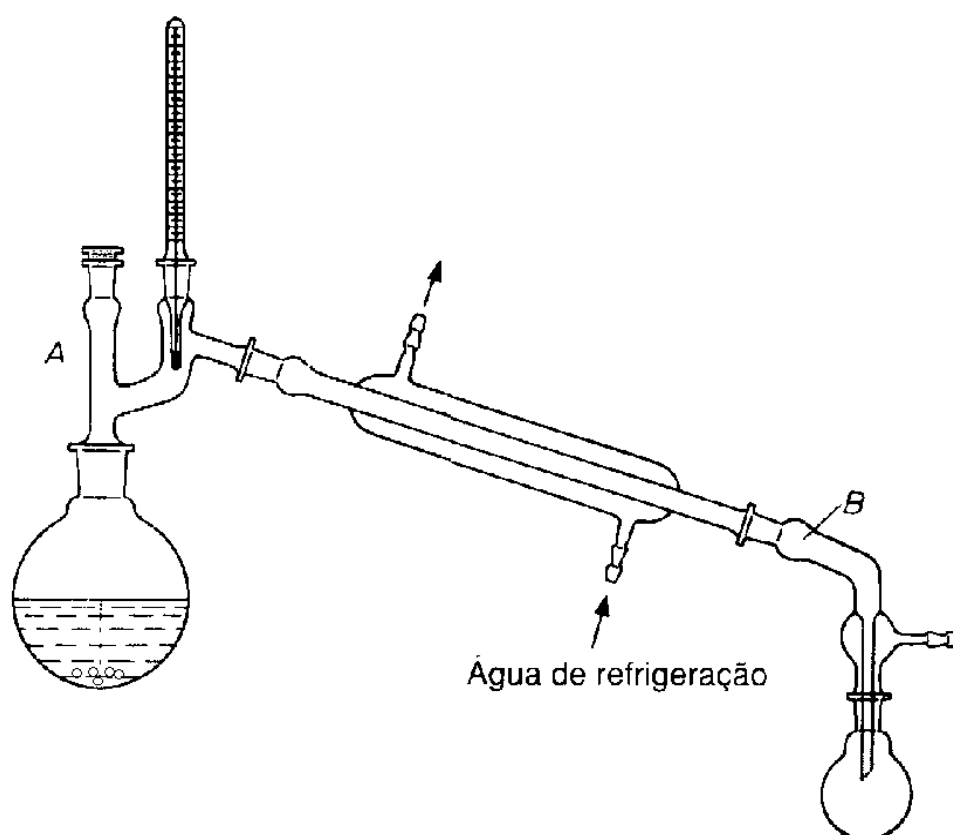
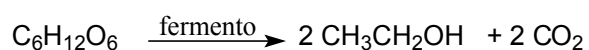


Figura 2: Esquema de um equipamento para destilação simples do etanol.

#### 4.4 - Atividade 3: Estudo da reação e função do álcool

A reação que ocorre, envolvendo enzimas de levedura, é representada por::





## **5 - Considerações sobre a unidade experimental**

Nos últimos 40 anos realizaram-se várias conferências, convenções, tratados, seminários e encontros, voltados à problemática ambiental que se instala no planeta. “Nunca se comprometeu tanto a capacidade de manutenção da vida, o que indica a necessidade de ações educacionais que contribuam para a construção de sociedades sustentáveis” (BRASIL, 2005, p.17).

As décadas de 60, 70 e 80, em particular, foram marcadas, segundo Leão e Silva (1999), por fortes impactos nas relações do homem com a natureza, o que leva a se repensar modelos de interação e de desenvolvimento sócio-econômico-ambiental.

Atualmente, as questões ambientais vêm sendo discutidas intensamente pelos mais variados segmentos da sociedade. Se há milhares de anos, por um fator ou outro, altera-se e destrói-se o ambiente, e sendo o próprio homem o maior responsável por isto, alterando sua cultura de modo a se engajar com novos hábitos, mas, principalmente, construindo novas relações com o ambiente.

Considerando o âmbito da formação inicial e continuada de professores e o espaço educacional como “ambientes” próprios e essenciais para a compreensão de problemáticas como a ambiental, esta unidade curricular, através da realização de experimentos, leituras, discussões e reflexões, pode contribuir para a compreensão do debate atual sobre a produção de combustíveis limpos, como o etanol e sua relação com a cadeia produtiva: alimentos versus combustíveis.

## **6 - Bibliografia**

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Programa nacional de educação ambiental – ProNEA.** 3.ed. Brasília: MMA, 2005. 102 p.

GUERRA, A.F.S (2003). **A inserção da educação ambiental no currículo: o olhar dos pesquisadores de um programa de mestrado em educação.** Itajaí: s.ed.

LEÃO, Ana L. C.; SILVA, Lúcia M. A. **Fazendo Educação Ambiental.** 4ª ed. Recife: CPRH, 1999. 32p.

LEME, R.M.(2004). **5º Encontro de Energia no Meio Rural e Geração Distribuída - 19 e 20 de Outubro de 2004.** In: , <http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2004/Fscommand/PDF/Agrener/Trabalho%20110.pdf>, acessada em 12/12/2008.

MEDEIROS, M.A. **QuiProcura Química**. <http://www.quiprocura.net>, 2001 (Multimídia - Web). Acessado em 10/12/2008

MÓL, G.S.S. & W.L.P. (Orgs.); **Química na sociedade: Projeto de ensino de química sociedade**. São Paulo: Editora Nova Geração, 2005.

SANTOS, C. **Efeitos das emissões do biocombustível no organismo**. In: <http://educacao.uol.com.br/biologia/etanol-gasolina.jhtm>, acessada em 12/12/2008.

SOLOMONS, T.W.G. & FRYHLE, C.B. **Química orgânica**. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

VOLLHARDT, K.P.C. & SCHORE, N.E. **Química orgânica: estrutura e função**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

WENZEL, G.E. **Bioquímica experimental dos alimentos**. 1ª Ed: São Leopoldo: Editora Unisinos, 2001.

Sites consultados:

<http://carros.hsw.uol.com.br/programa-alcool-brasil.htm> acessada em 04/12/08

<http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/alcool-combustivel-biodiesel-e-meio-ambiente-15-02-05.htm>, acessada em 04/12/05

<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=2&menu=999>, acessado em 10/12/2008.