

Capítulo 8

PROJETO COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS – O ETANOL: obtenção, importância, aplicações no cotidiano e na educação para o trânsito

Marcelo Delena Trancoso

Mestre em Ensino de Química – UFRJ. Especialista em Docência Superior – UCB. Especialista em Ensino de Química – UFRJ. Químico Industrial – FRNL. Bacharel e Licenciado em Química – FAHUPE. Professor do Colégio Brigadeiro Newton Braga – CBNB, onde é autor de Projetos de Química (marcelodt@uol.com.br).

Alessandra Lemos do Nascimento

Graduanda do Curso de Licenciatura em Pedagogia – UNIRIO. Estagiária na rede particular de ensino. Coautora dos Projetos de autoria do Professor Marcelo Trancoso, no CBNB (leмосalessandra2@gmail.com).

Laila Quaresma Ferreira

Graduanda do Curso de Farmácia – UFRJ. Colaboradora nos Projetos do Professor Marcelo Trancoso e Alessandra Lemos, no CBNB (lqferreira2@gmail.com).

RESUMO

A educação para o trânsito busca a construção de valores e conceitos para o exercício da cidadania, formando cidadãos conscientes, aptos a terem comportamentos seguros, procurando sempre preservar nosso bem maior – A Vida. Nesse contexto acreditamos que é importante a discussão dos malefícios causados pelo consumo de bebidas alcoólicas pelos motoristas e também, o uso dos combustíveis empregados nos veículos, já que sua queima gera problemas ambientais. Para isso, elaboramos um projeto

no qual mostramos experimentalmente, a produção do etanol (álcool etílico), empregado em bebidas alcoólicas e como combustível, a partir do caldo da cana-de-açúcar e, baseado nesse experimento, destacamos a importância dos combustíveis alternativos, a preferência de seu uso em comparação aos combustíveis fósseis, que são mais poluentes, apresentamos algumas das inúmeras aplicações do etanol no cotidiano e destacamos as consequências de dirigir após a ingestão dessas bebidas. Para melhor discutirmos esse assunto, empregamos um bafômetro de laboratório, que possui uma substância que muda de cor em presença do etanol. Participam desse trabalho, três alunas do Ensino Médio, que demonstram esses experimentos, no laboratório de química, para turmas de nosso colégio e em eventos científicos externos. Com isso, esse trabalho possibilita também, mostrar a importância das ciências para a sociedade, sua presença constante na vida cotidiana e poderá até mesmo, despertar os alunos para o estudo das disciplinas científicas e aproximá-los das ciências.

Palavras-chave: Energias alternativas. Etanol. Meio ambiente.

INTRODUÇÃO

A educação para o trânsito é um tema muito abrangente pois além de possibilitar a construção de conceitos e valores para o exercício da cidadania, a formação de cidadãos conscientes preparados para enfrentar a vida, o trânsito ou mesmo estimular hábitos e comportamentos seguros, ela engloba ainda a abordagem do uso dos combustíveis que movem os veículos automotivos, devido as poluições atmosférica e sonora e também, o consumo de bebidas alcoólicas por motoristas.

Num país com o elevado número de acidentes e mortes causadas pela imprudência na direção, a segurança no trânsito é um tema cada vez mais importante, que deve ser amplamente discutido, não só nas escolas, mas em toda sociedade.

Para termos uma ideia da gravidade do trânsito no Brasil, no ano de 2022, o total de registros de acidentes nas rodovias federais foi de 64.447, tendo como vítimas 52.948 pessoas, sejam mortos ou feridos (CNT, 2023).

Outro dado preocupante é o número de motoristas que foram autuados por estarem dirigindo sob efeito de bebidas alcoólicas, nas rodovias federais. Em 2022, foram mais de 14.300, além de mais de 41 mil motoristas

que se recusaram a fazer o teste do bafômetro. Esses motoristas provocaram mais de 325 mil acidentes em todo o país naquele ano – uma alta de 50 % em relação a 2021. De acordo com a Secretaria Nacional de Trânsito, nos anos de 2021 e 2022, esses acidentes vitimaram mais de 2.400 pessoas (LIMA, 2023).

Com essas informações, trabalhar a educação para o trânsito em nossas escolas, surge como um método indispensável para desenvolver nos futuros motoristas, hábitos e comportamentos seguros, visando a preservação da vida, nosso bem maior.

Nesse contexto, desenvolvemos este projeto no qual mostramos experimentalmente, a obtenção do etanol (álcool etílico, álcool comum de uso doméstico) a partir do caldo da cana-de-açúcar, que é empregado dentre outros, como combustível e bebidas alcoólicas.

Assim, com base nesse experimento e utilizando também, um bafômetro de laboratório, destacamos os efeitos nocivos da ingestão do etanol, seus vários empregos em nosso dia a dia e as vantagens/desvantagens de seu uso como combustível quando comparado aos combustíveis fósseis que são mais poluentes, possibilitando que nossos alunos adquiram conhecimentos sobre meio ambiente, sua conservação e problemas ambientais, como veremos a seguir.

Atualmente os problemas ambientais são o centro da maioria das discussões e conversas no planeta. Constantemente os diversos veículos de comunicação, destacam reuniões mundiais que visam estabelecer acordos e metas para atenuar esses problemas ou infelizmente, noticiam catástrofes como enchentes, queimadas, variações climáticas agressivas, aumento dos gases poluentes na atmosfera que elevam a acidez do solo, rios e oceanos, dentre outros.

Entretanto, apesar das grandes preocupações com o meio ambiente, a vida moderna exige o aumento do consumo de energia, principalmente, no tocante aos meios de transporte. Esse aumento, aliado as preocupações com o meio ambiente, promoveu a necessidade da reestruturação da matriz energética existente, visando à busca por novas fontes de energia, que não sejam tão poluentes como os combustíveis convencionais¹ (FERREIRA, 2006, p. 8).

¹ Combustíveis convencionais, são recursos não renováveis, não repostos a curto prazo e que se esgotam com o tempo, sendo os principais, os combustíveis fósseis, como petróleo, gás natural e carvão mineral.

Dentre esses combustíveis, o mais empregado, embora seja o mais poluente, libere enxofre, dentre outros, ainda é a gasolina – principal composto obtido a partir do petróleo – apesar da tentativa de colocar no mercado o etanol (CAMPOS, 2017, p. 15).

Essas novas fontes de energia, podem ser divididas em dois grandes grupos: para veículos com motores elétricos que são movidos a bateria, energia solar, híbrido, células de combustível e para veículos que utilizam combustíveis alternativos tais como o biodiesel e o etanol (GOLDENSTEINS e AZEVEDO, 2006, p. 246).

Os combustíveis alternativos ou não convencionais, são fontes de energia que podem se regenerar, sendo portanto, inesgotáveis e que não agredem o meio ambiente como os combustíveis fósseis, não provocando grandes impactos ambientais (NETTO e LEAL, 2012, p. 11).

Podemos citar como combustíveis alternativos os biocombustíveis – obtidos a partir de biomassa residual ou plantados, tais como, etanol, biodiesel e biogás – o gás hidrogênio, energia solar e eólica, eletricidade, e dentre outros, os combustíveis de origem nuclear, como o urânio, que embora muito importantes, podem ser extremamente prejudiciais em caso de acidentes.

Nesse contexto, o etanol surge como o combustível alternativo mais conhecido, que se destaca por ser uma energia limpa, pois emite menos gases poluentes, é mais barato e fabricado a partir de matérias primas renováveis.

O Brasil, além de ter boas tecnologias nessa área, é o segundo maior produtor de etanol – Estados Unidos é o primeiro. Este álcool pode ser obtido por diferentes processos e a partir de diversas fontes. Devido a sua maior facilidade de plantio, o Brasil utiliza a cana-de-açúcar. Outros países, utilizam a beterraba, mandioca, milho, arroz, mamona, soja, canola, babaçu, algas, etc. Quando obtido a partir do arroz, milho o etanol é chamado de álcool de cereais.

O etanol é o mais conhecido e importante dos compostos orgânicos pertencentes à função orgânica² álcool. Ele possui fórmula molecular C_2H_5OH , não é encontrado na natureza, nas condições ambientes é um líquido incolor, volátil, inflamável, com ponto de fusão $-115\text{ }^{\circ}\text{C}$ e ponto de ebulição $78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, possui odor característico e agradável, sabor ardente e é infinitamen-

2 Funções orgânicas são grupos em que os compostos orgânicos são divididos de acordo com o seu comportamento químico e presença de agrupamentos de átomos em suas estruturas.

te solúvel em água em quaisquer proporções.

Seu uso é muito comum na sociedade moderna. É vendido em mercados, farmácias, e usado na limpeza doméstica e hospitalar; na produção de bebidas alcoólicas; como solvente para tintas, vernizes, perfumes; como combustível para veículos seja puro ou misturado à gasolina; na obtenção de compostos orgânicos como etanal, ácido acético, éter comum e outros.

A preparação do etanol no Brasil é realizada basicamente, em quatro etapas:

Etapa 1) **Trituração**: a cana-de-açúcar passa por um processador onde é obtido o caldo de cana (garapa) que contém um alto teor de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

Etapa 2) **Concentração e cristalização**: a garapa é aquecida obtendo-se o melaço (solução com cerca de 40% em massa de sacarose) e açúcar escuro.

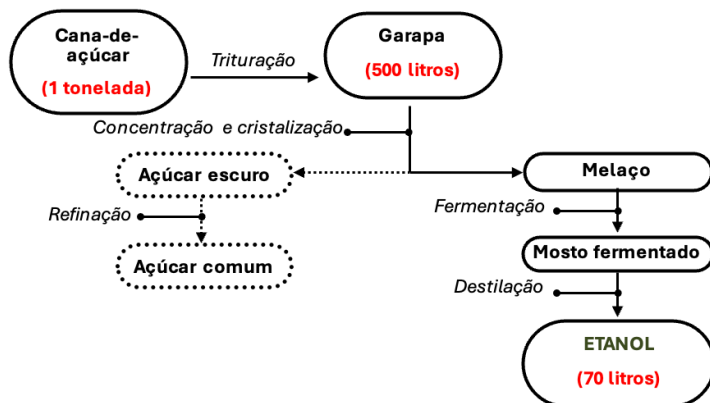
Etapa 3) **Fermentação do melaço**: adiciona-se fermento biológico, originando o mosto fermentado – sumo açucarado – que contém até 12% de seu volume total em etanol.

Etapa 4) **Destilação do mosto fermentado**: o mosto passa pelo processo de destilação, resultando uma solução formada por 96% de etanol e 4% de água, além de óleo fusel³.

A figura 1 mostra o processo de obtenção do etanol e do açúcar, onde destacamos a massa de cana-de-açúcar empregada (1 tonelada) e a quantidade de etanol obtida (70 litros).

3 Óleo fusel ou álcool fusel é um líquido espesso, composto por uma mistura de vários álcoois gerados na fermentação alcoólica, constituído principalmente, por álcool isoamílico (3-metil-butan-1-ol). É utilizado como fixador em perfumaria e na produção de solventes, vernizes e outros.

Figura 1 – Esquema simplificado do processo usado no Brasil para produção de etanol.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A fermentação baseia-se na digestão celular de açúcares na ausência de oxigênio. Ela ocorre pela ação de micro-organismos, principalmente leveduras da espécie *Saccharomyces*⁴.

A multiplicação dessas leveduras é limitada, mas ao final do processo produzem etanol e gás carbônico, além de produtos secundários. Através desse processo são obtidos todo o álcool industrial e também de bebidas alcoólicas, cujo consumo misturado a direção, muitas vezes, é responsável por desastres no trânsito causando grandes tragédias. Estimasse que o etanol está por trás de cerca de 60% das mortes no trânsito e 72% dos homicídios.

No intuito de coibir o consumo de tais bebidas por motoristas, foram implementadas, normas de trânsito mais rígidas que tem como base a presença “zero” de etanol no sangue e criadas as operações Lei Seca no intuito de identificar motoristas que tenham ingerido bebida alcoólica e estão dirigindo.

Nessas operações é empregado o bafômetro – etilômetro –, aparelho que analisa o ar exalado dos pulmões e determina a concentração de bebida alcoólica ingerida.

Nessa ingestão o etanol entra na circulação sanguínea e, ao passar pelos pulmões, uma parte do álcool é liberada na respiração. Assim, após sua

⁴ *Saccharomyces* – termo de origem latina que significa “fungos do açúcar” – é um gênero do reino Fungi que inclui muitas espécies de leveduras. Muitos membros deste gênero são considerados muito importantes na fabricação de alimentos.

ingestão uma pessoa apresentará em sua respiração, uma quantidade de etanol proporcional à que foi ingerida.

Para utilizar o bafômetro, o motorista suspeito, deve assoprar num canudo existente no aparelho, isso levará o ar de seus pulmões para um analisador contendo uma solução ácida de dicromato de potássio (sulfocrômica).

Existem vários tipos de bafômetros e todos são baseados em reações químicas envolvendo o etanol, daí o nome etilômetro. Os mais comuns utilizam uma solução ácida de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$).

O princípio de detecção do grau alcoólico está fundamentado na avaliação das mudanças das características elétricas de um sensor presente no aparelho sensível ao etanol.

O etanol é um depressor do sistema nervoso central. Especialistas afirmam que todos os órgãos são afetados por seu consumo que, se regular e prolongado, acarretará diversos problemas a saúde, tais como, perda de memória; lesões nos neurônios que podem comprometer a coordenação motora; amnésia e alterações de personalidade; aumenta a incidência do câncer de boca, laringe, esôfago, estômago e fígado; contribui para o aumento da pressão arterial; provoca arritmias e insuficiência cardíaca, que podem ser fatais; causa gastrite; entre os jovens afeta o raciocínio e da capacidade de tomar decisões, dentre tantos outros.

Além desses problemas orgânicos, o consumo de bebidas alcoólicas é o responsável pela destruição e tristezas de diversas famílias, porém, de imediato, a ingestão de bebidas alcoólicas pode gerar vários sintomas no organismo (tabela 1), mostrado abaixo:

Tabela 1 – Principais efeitos do etanol no organismo

Etanol (g/L)	Sintomas	Comportamento
Até 0,5	Não apresenta.	Sóbrio
0,5 a 1,2	Diminuição de atenção e controle.	Eufórico
1,2 a 2,5	Descontrole físico e emocional.	Aagitado
2,5 a 3,0	Tontura, perda de sensibilidade, fala embolada.	Confuso
3,0 a 4,0	Vômito e incontinência.	Apático
4,0 a 5,0	Inconsciência, inatividade.	Coma
5 ou mais	Parada respiratória.	Morte

Fonte: O Álcool (Alcoolismo, 2024).

Esses sintomas podem variar de pessoa para pessoa, dependendo de fatores como, tipo e quantidade de bebida ingerida, momento da absorção (jejum/às refeições/fora das refeições, ritmo de ingestão, peso, sexo do indivíduo, estado de saúde e estado de fadiga.

Além dos problemas causados pelo consumo de bebidas alcoólicas, a produção industrial do etanol e do açúcar geram grande impacto ambiental e social, este devido às péssimas condições de trabalho, baixos salários, falta de assistência médica e outros.

Já como impactos ambientais, estão a devastação do solo, erosão e assoreamento de rios causados pela captação de água; contaminação do solo e rios por fertilizantes, defensivos agrícolas e disposição do vinhoto⁵, elevação dos índices de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), causado pelas águas de lavagem, queimadas após a colheita da cana-de-açúcar que emitem substâncias que podem aumentar o efeito estufa, ser convertidas em ácidos que posteriormente acidificam o solo e os rios, causando mortandade de flora, fauna, corrosão de metais, além de liberar materiais particulados na atmosfera, que chegam aos pulmões e causam problemas respiratórios.

Contudo, ressaltamos que a produção do etanol não causa somente problemas. O bagaço resultante da extração do caldo de cana-de-açúcar, por exemplo, pode ser utilizado para diversos fins, tais como geração de energia elétrica resultante de sua queima, ração animal, fertilizante, matéria plástica, dentre outros.

Entretanto, a principal vantagem do etanol, está no fato deste ser um combustível renovável, pois o gás carbônico produzido na sua combustão é retirado da atmosfera pelo processo de fotossíntese, devido ao plantio de novas safras de cana-de-açúcar para a produção de mais etanol – ciclo do etanol (figura 2), o que não acontece com os combustíveis oriundos do petróleo que não são renováveis e tem sua insuficiência estimada, para algumas décadas.

5 Vinhoto (vinhaça, restilo, calda ou garapão), é um resíduo pastoso e mal cheiroso da fabricação do álcool, gerado após a fermentação do mosto e destilação do vinho.

Figura 2 – Ciclo do etanol.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Além disso, em virtude da eficiência no sistema agroindustrial da cana-de-açúcar é possível, produzir etanol a custo inferior ao da gasolina e de outros derivados do petróleo.

Sabendo disso, desenvolvemos este trabalho no intuito de mostrarmos à importância do etanol, como combustível alternativo, suas aplicações e os efeitos e perigos do consumo de bebidas alcoólicas. Além disso, através dos experimentos que realizamos, buscamos destacar a importância e a presença constante das ciências em nosso cotidiano.

OBJETIVO

Desenvolver em nossa comunidade escolar os perigos do consumo de bebidas alcoólicas tanto para o trânsito com no dia a dia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenvolvemos esse projeto no Colégio Brigadeiro Newton Braga (CBNB), um colégio administrado pela Força Aérea Brasileira (FAB), no qual participam de duas a três alunas do Ensino Médio, preferencialmente da mesma série e que tenham disponibilidade para permanecer ao menos, uma vez por semana, no contraturno no colégio, para desenvolvermos nossos trabalhos.

As alunas participantes, recebem dos autores, aulas teóricas e prá-

ticas sobre segurança no laboratório, processos de separação de misturas, substâncias químicas, vidrarias e montagem de equipamentos, obtenção, importância e aplicações do etanol, utilização do bafômetro de laboratório, dentre outras.

Para melhor desenvolvermos este trabalho elaboramos uma aula experimental, realizada no laboratório de química, na qual realizamos a produção do etanol, mostramos o emprego do bafômetro de laboratório e, baseado nesses experimentos, apresentamos as aplicações, vantagens e desvantagens do etanol, em relação aos combustíveis fósseis, destacamos os malefícios do consumo de bebidas alcoólicas, tanto para o organismo humano, quanto nas tragédias que sua ingestão pode causar mesmo em pequenas doses, se consumidas por condutores de veículos, dentre outras.

As alunas são responsáveis pela realização da parte experimental, divulgação dessa atividade no colégio, apresentação nas turmas em nosso colégio, em feiras de ciência e eventos científicos.

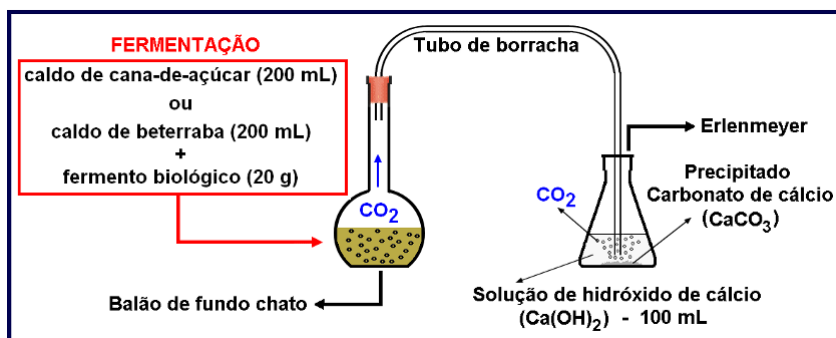
Para obtenção do etanol empregamos os seguintes materiais e reagentes:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| - 01 balão de destilação 500 ML. | - 01 funil e papel de filtro. |
| - 01 balão de fundo chato de 500 ML. | - rolhas. |
| - 01 becker de 250 ML. | - tubos de borracha. |
| - 01 condensador de tubo reto. | - suportes e garras. |
| - 01 Erlenmeyer de 250 ML. | - 200 ML de caldo de cana-de-açúcar. |
| - 01 termômetro. | - 20 g de fermento biológico (“padaria”). |
| - 01 manta aquecedora. | - 100 ML de hidróxido de cálcio – Ca(OH)_2 . |

Iniciando o experimento, colocamos 200 mL de caldo de cana no balão de fundo chato, juntamente com 20 g de fermento biológico – esse fermento pode ser substituído pelo fermento biológico instantâneo, nesse caso apenas em sachê é suficiente. Fechamos o balão com uma rolha transpassada por um tubo de borracha e mergulhamos sua outra extremidade em 100 mL de uma solução de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), contida no Erlenmeyer.

Decorrido alguns minutos começaram a surgir bolhas na extremidade do tubo que estava mergulhado na solução de hidróxido de cálcio (figura 3). Indicando que a fermentação estava ocorrendo no balão que continha a mistura caldo de cana-de-açúcar e fermento biológico.

Figura 3 – Fermentação do caldo de cana-de-açúcar.



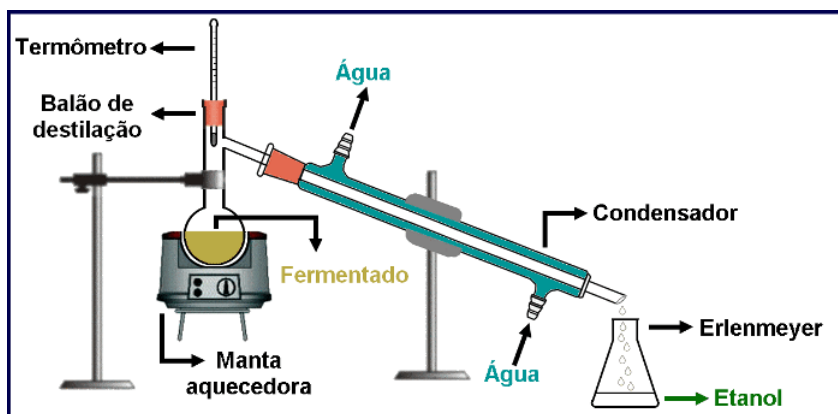
Fonte: Elaborado pelos autores.

Decorridos dois dias, não houve mais formação de bolhas, indicando que a fermentação foi concluída, restando no balão de fundo chato uma solução que chamamos de fermentado.

No fundo do Erlenmeyer foi formado um precipitado⁶ branco.

Em seguida filtramos o fermentado em papel de filtro, transferimos a solução obtida – filtrado – para o balão da aparelhagem de destilação (figura 4), ligamos a manta aquecedora e iniciamos o processo obtenção do etanol.

Figura 4 – Aparelhagem empregada para destilação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

⁶ Precipitado é um sólido formado durante uma reação química. É uma substância que se separa de uma solução, formando uma fase sólida que pode se depositar no fundo ou ficar em suspensão no líquido em que está dissolvida.

O etanol começou a ser obtido quando a temperatura atingiu 75°C. Visando que não fosse destilado, juntamente com o etanol, uma maior quantidade de água, toda vez que a temperatura atingia 80°C, desligávamos a manta aquecedora, a temperatura diminuía até os 75°C e ligávamos novamente a manta, fornecendo mais calor.

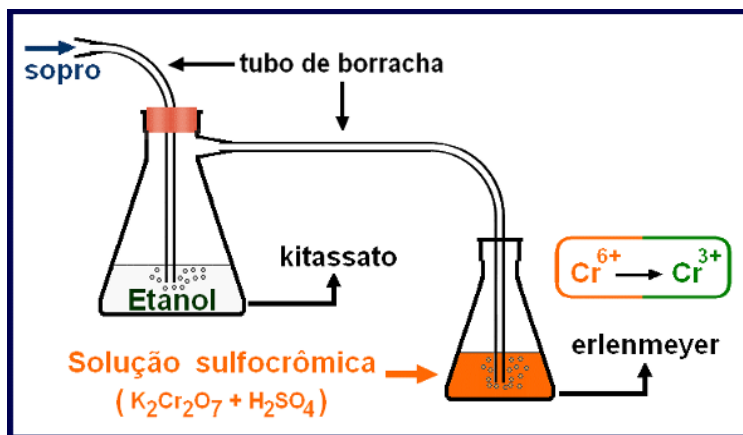
Para montagem do bafômetro, empregamos os seguintes materiais e reagentes:

- 01 Erlenmeyer 125 mL.
- 01 Kitassato 250 mL.
- rolhas.
- tubos de borracha.
- 50 mL de solução dicromato de potássio e ácido sulfúrico – sulfocrômica ($K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$).
- 50 mL de etanol.

Iniciamos o experimento (figura 5) fixando um tubo de borracha na saída do Kitassato e adicionamos 50 mL de etanol a este recipiente. Após, inserimos um outro tubo de borracha, na entrada do Kitassato, até que o mesmo ficasse mergulhado no etanol e fechamos esta vidraria com uma rolha, transpassada pelo tubo.

Na sequência colocamos 50 mL da solução sulfocrômica no Erlenmeyer e mergulhamos a ponta do tubo de borracha que fixamos na saída do Kitassato, nessa solução.

Figura 5 – Bafômetro de laboratório.



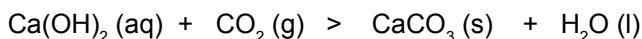
Fonte: Elaborado pelos autores.

Finalizando esse experimento, assopramos devagar, na ponta do tubo de borracha no Kitassato, até que a solução sulfocrômica mude sua coloração, passando de alaranjado a verde.

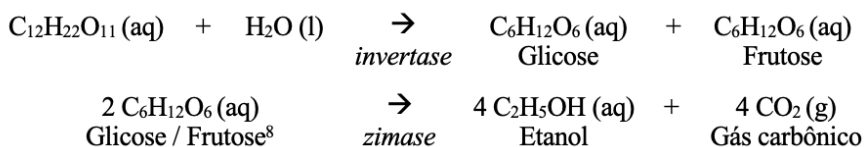
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa do processo – fermentação da mistura caldo de cana-de-açúcar e fermento biológico – foi confirmada devido a formação de bolhas de gás que saíam do tubo de borracha mergulhado na solução de hidróxido de cálcio, contida no Erlenmeyer.

Com a formação de um precipitado branco no fundo do Erlenmeyer, concluímos que o gás borbulhado era o gás carbônico (dióxido de carbono – CO_2), pois este gás reage com hidróxido de cálcio, produzindo carbonato de cálcio (CaCO_3) – o precipitado branco – conforme a equação química:



O processo de fermentação é realizado pelo micro-organismo *Saccharomyces cerevisiae* – uma levedura presente no fermento biológico – que transforma a sacarose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) em etanol pela ação das enzimas invertase e zimase⁷, conforme as equações abaixo:



Ressaltamos que esse processo está muito resumido, pois ocorrem outras reações nesta fermentação, cada uma catalisada por uma enzima produzida pelo micro-organismo.

A segunda etapa do processo – destilação – realizamos até a obtenção aproximada de 28 mL de etanol no Erlenmeyer, pois segundo nossas pesquisas, uma tonelada de cana-de-açúcar fornece 500 litros de caldo de cana, que produzem 70 litros de etanol ou resumidamente:

⁷ Enzimas produzidas pelo micro-organismo. A invertase, produzida primeiro, atua como catalisadora da reação de hidrólise da sacarose, transformando-a em glicose e frutose. Em seguida a zimase é produzida e catalisa a transformação dos dois açúcares (glicose e frutose) em etanol e gás carbônico.

⁸ Glicose e frutose são moléculas isômeras ou seja, possuem a mesma fórmula molecular ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) mas possuem funções orgânicas e características diferentes.

Seguindo este raciocínio, para os 200 mL (0,2 litros) do caldo de cana-de-açúcar, seriam obtidos aproximadamente, 28 mL conforme a estequiometria a seguir:

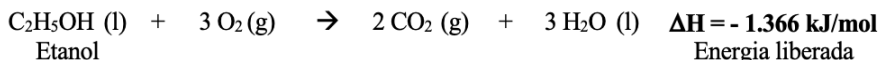
0,2 litros de caldo de cana 0,028 litros de etanol = 28 mL

De acordo com nossas pesquisas o etanol que obtivemos está na faixa dos 96°GL⁹, que corresponde à mistura de 96% de álcool e 4% de água.

Em nossas apresentações citamos algumas vantagens e desvantagens quanto ao uso do etanol, em relação à gasolina, tais como:

Desvantagens do etanol em relação à gasolina:

- Baixa produção de energia durante a combustão, quando comparado a gasolina, conforme mostram as variações de entalpia (ΔH)¹⁰ nas equações termoquímicas abaixo:



- Problemas socioambientais decorrentes do seu cultivo, como a mão de obra mal remunerada e o uso de grandes extensões de terras, que requer o desmatamento de grandes áreas.

9 Indica a graduação alcoólica definida por graus GL (°GL) que determina a quantidade em mililitros de álcool absoluto (puro) contida em 100 mL de uma mistura hidro-alcoólica. A graduação GL se deve ao físico e químico francês, Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850).

10 Variação de entalpia (ΔH) indica a quantidade de energia absorvida ou liberada por uma reação química. Quando essa variação é negativa indica que a energia é liberada (reação exotérmica). Quando a variação é positiva, indica que a energia é consumida (reação endotérmica).

Vantagens do etanol em relação à gasolina:

- Na combustão do etanol não são emitidos gases de enxofre (SO_2 e SO_3 – óxidos ácidos) presentes na queima da gasolina. Esses gases reagem com a água da atmosfera formando ácidos que retornam em forma de chuva – a chuva ácida – acidificando solos e rios, causando sérios danos a fauna e flora.

- O etanol é um combustível renovável o que não acontece com a gasolina, derivada do petróleo.

- A queima do etanol consome menos oxigênio e libera menos gás carbônico na atmosfera do que a gasolina, conforme as equações termoquímicas de combustão que mostramos acima.

Mesmo com as desvantagens, os danos causados ao meio ambiente pela utilização do etanol, são inferiores aos efeitos produzidos pela queima da gasolina.

O experimento com o bafômetro de laboratório baseia-se na mudança de cor. Ao assoprarmos no tubo de borracha mergulhado no etanol contido no Kitassato, os vapores desse álcool, passam pelo tubo que fixamos na saída desse vidro e entram em contato com a solução sulfocrômica contida no Erlenmeyer.

Esse contato dá início a reação química de oxidação do etanol, transformando-o em ácido acético (ácido etanóico – H_3CCOOH) e a redução do cromo (Cr^{6+} – cor alaranjada) do dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) a cromo (Cr^{3+} – cor verde) do sulfato de cromo III ($\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$).

Essa mudança de cor comprova a presença do etanol, segundo a equação química:



Esse experimento não permite determinar a concentração do etanol, nem a quantidade ingerida. Ele comprova apenas a presença desse álcool.

Embora no experimento tenhamos soprado no tubo mergulhado no etanol, para darmos início a reação química, se uma pessoa ingerir uma quantidade de bebida alcoólica e soprar diretamente no tubo de borracha mergulhado na solução sulfocrômica, também ocorrerá a mudança de cor.

A realização do experimento requer certos cuidados, devido ao ácido sulfúrico utilizado na preparação da solução sulfocrômica, que pode cau-

sar queimaduras.

Julgamos importante ressaltar que realizamos este projeto em nosso colégio, desde março de 2013 e dessa época até hoje, fizemos algumas modificações, tais como, passamos a produzir o etanol, também a partir do caldo de beterraba, como destacamos na figura 3 – *Fermentação do caldo de cana-de-açúcar* – o que aumentou nosso trabalho, pois o caldo da cana-de-açúcar conseguimos comprar, já o caldo desse legume não é vendido e para obtê-lo temos que fazer sua extração. Entretanto, consideramos a utilização do caldo de beterraba, bem interessante, pois nos possibilita mostrar mais um tipo de obtenção do etanol.

Além disso, inserimos no projeto a obtenção de outros combustíveis, como por exemplo, o biodiesel, a partir do óleo de fritura usado; o gás hidrogênio, a partir da palha de aço e do lacre de latinhas de bebidas gaseificada e o biogás, a partir de restos de alimentos.

Assim, como passamos a obter outros tipos de combustíveis, resolvemos chamar o projeto de *Combustíveis Alternativos*.

Ao longo dos anos que realizamos este projeto, como dissemos, com modificações, apresentamos o trabalho em várias turmas de nosso colégio e em vinte e sete eventos científicos, dentre feiras de ciências, encontros, simpósios, tanto no Rio de Janeiro quanto em outros estados e recebemos seis premiações nesses eventos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do etanol como combustível automotivo é muito importante para a sociedade, pois, além de ter custo de produção menor do que o da produção de combustíveis oriundos do petróleo, o etanol é um combustível renovável.

A fermentação, a destilação e a utilização do bafômetro não apresentam dificuldades em suas realizações. Porém, requerem cuidados devido ao emprego de vidrarias, aquecimento, emprego de ácido sulfúrico na solução sulfocrômica que pode causar queimaduras.

As alunas que participam desse projeto se mostram muito motivadas para a realização de todas as atividades. Entretanto, sua maior motivação está nas atividades experimentais, o que já é de se esperar, principalmente, pelo fato da química ser uma ciência experimental.

Elas divulgam o trabalho, ministram aulas experimentais em feiras de ciências onde divulgam a importância do etanol, suas aplicações, obtenção, importância da química para a sociedade e os problemas causados pelo consumo de bebidas alcoólicas.

As explicações sobre o uso do bafômetro e as consequências do consumo excessivo de bebidas alcoólicas, tanto para o organismo humano quanto para as tragédias que sua ingestão causa nas famílias, seja no consumo caseiro ou pelos condutores de veículos automotivos que provocam acidentes nas rodovias brasileiras, chamam bastante atenção do público, devido à importância desse tema.

Os experimentos que realizamos comprovam a importância da química, das ciências de um modo geral e ajudam a destacar sua presença constante em nossas vidas.

Acreditamos que a realização deste projeto contribui para motivar alguns alunos ao estudo das disciplinas científicas, bem como colabora para desmistificar o estudo e o ensino de química.

REFERÊNCIAS

ALCOOLISMO. O Álcool. Disponível em: <<https://www.alcoolismo.com.br/o-alcool/>>. Acesso em: 17 mai. 2024.

CAMPOS, A. G. Análise da atividade do frentista diante do perigo da exposição ao benzeno. Recife : 2017. 94 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz. Disponível em: <<https://www.cpqam.fiocruz.br/bibpdf/2017campos-ag.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2024.

CNT – Confederação Nacional do Transporte – Acidentes e mortes nas rodovias federais custaram ao país quase R\$ 13 bilhões em 2022. Agência CNT Transporte Atual, 2023. Disponível em: <<https://cnt.org.br/agencia-cnt/acidentes-e-mortes-nas-rodovias-federais-custaram-ao-pais-quase-13-bilhoes-em-2022>>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FERREIRA, M. S. Formulação de Combustíveis Alternativos em Sistemas Microemulsionados Empregando Óleos Vegetais e Derivados. São Luís : UFMA, 2006, 111 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação

em Química, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2006. Disponível em: <<http://tedeabc.ufma.br:8080/jspui/bitstream/tede/933/1/Maira%20Silva%20Ferreira.pdf>> . Acesso em: 05 jan. 2024.

GOLDENSTEINS, M.; AZEVEDO, R. L. S. Combustíveis Alternativos e Inovações no Setor Automotivo: Será o Fim da “Era do Petróleo?”. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 23, p. 235-266, mar. 2006. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2531/1/BS_2023_20Combustivelalternativos_e_inovacoes_P.pdf> . Acesso em: 05 jan. 2024.

LIMA, SUZANA. Acidentes causados por motoristas embriagados somam 539 em 2 meses. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/geral/audio/2023-04/acidentes-causados-por-motoristas-embriagados-somam-539-em-dois-meses>> . Acesso em: 18 mai. 2024.

NETTO, E. F. S.; LEAL, F. P. S. Biocombustíveis: uma vantagem para o futuro. Bolsista de Valor: Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense v. 2, n. 1, p. 11-16, 2012.