

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**PABLO CLEYTON COELHO DE SÁ**

**UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS  
DE UMA ABORDAGEM CTSA:** uma sequência didática para o  
tema “Posto de Combustíveis”

São Luís

2017

**PABLO CLEYTON COELHO DE SÁ**

**UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS  
DE UMA ABORDAGEM CTSA: uma sequência didática para o  
tema “Posto de Combustíveis”**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Química da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de licenciado em Química.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gilza Maria Piedade Prazeres**

São Luís

2017

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

CLEYTON COELHO DE SÁ, PABLO.

UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DE UMA  
ABORDAGEM CTSA : uma sequência didática para o tema Posto  
de Combustíveis / PABLO CLEYTON COELHO DE SÁ. - 2017.

65 f.

Orientador(a): Gilza Maria Piedade Prazeres.

Curso de Química, Universidade Federal do Maranhão, São  
Luís, 2017.

1. Abordagem temática. 2. Combustíveis. 3. Ensino de  
Química. I. Maria Piedade Prazeres, Gilza. II. Título.

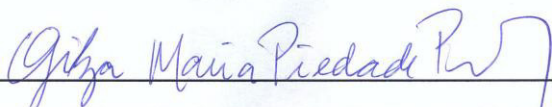
**PABLO CLEYTON COELHO DE SÁ**

**UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS  
DE UMA ABORDAGEM CTSA: uma sequência didática para o  
tema “Posto de Combustíveis”**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Química da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção de licenciado em Química.

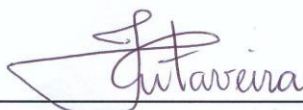
Aprovada em 02/02/2017

**BANCA EXAMINADORA**



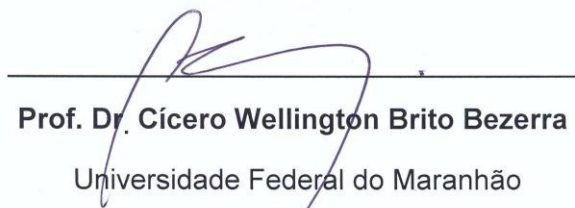
**Profa. Dra. Gilza Maria Piedade Prazeres** (Orientadora)

Universidade Federal do Maranhão



**Profa. Ms. Francisca Socorro Nascimento Taveira**

Universidade Federal do Maranhão



**Prof. Dr. Cícero Wellington Brito Bezerra**

Universidade Federal do Maranhão

A Deus, fonte da vida.

A minha mãe, Ana Silvia, pelo incentivo e carinho constantes.

Aos meus irmãos, pelo apoio e companheirismo.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e pela força que mim destes para seguir com meus sonhos.

A minha mãe, Ana Silvia, pelos ensinamentos dados por toda minha vida.

Aos meus irmãos, pela ajuda e companheirismo.

A professora Gilza Prazeres pela paciência e orientação segura.

Ao professor Cícero Wellington pelos esclarecimentos e pela sugestão do tema do trabalho.

A Adriano Rogério, Carla Albuquerque, Flávio, José Willian, Jardeílson Mendonça, Matsvilandel pela ajuda e pela amizade.

A todos os professores da UFMA que contribuíram de forma direta ou indireta para minha formação.

## RESUMO

Para grande parte dos jovens brasileiros o estudo de Química se resume a conteúdos difíceis, muito distantes de seus interesses mais imediatos e que, na opinião de alguns, “não servem para nada”. Para que ocorra efetivamente mudança desse cenário, é preciso que haja uma ressignificação dos objetivos e sentidos da educação científica no contexto escolar. O objetivo deste trabalho é propor a utilização do tema “Posto de Combustível” para contextualizar conteúdos da disciplina Química no ensino médio dentro de uma abordagem ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente com vista à formação do aluno como cidadão crítico e consciente de sua atuação na sociedade. A metodologia envolveu 1) levantamento bibliográfico; 2) construção de uma sequência didática com o tema Posto de Combustíveis e 3) elaboração de um livreto destinado a professores da disciplina Química no ensino médio com orientações sobre o uso da sequência didática construída. O material elaborado contém fundamentação teórica sobre o tema, propostas de estratégia didático-pedagógicas e propostas de experimentos e pode ser utilizado por professores de ensino médio de Química.

Palavras-chave: Ensino de Química, Abordagem temática, Combustíveis.

## SUMARY

For most young Brazilians, the study of chemistry is restricted to difficult contents, far removed from their immediate interests and which, in the opinion of some, "are of no use." In order for this scenario to change effectively, there must be a re-signification of the objectives and meanings of scientific education in the school context. The objective of this work is to propose the use of the theme "Fuel Station" to contextualize contents of the discipline Chemistry in high school within a science, technology, society and environment approach with a view to the student's formation as a critical citizen and conscious of its performance in society. The methodology involved 1) bibliographic survey; 2) construction of a didactic sequence with the theme Fuel Station and 3) elaboration of a booklet intended for teachers of the discipline Chemistry in high school with guidelines on the use of didactic sequence constructed. The material elaborated contains theoretical foundation on the subject, proposals of didactic-pedagogical strategies and proposals of experiments and can be used by teachers of high school of Chemistry.

Keywords: Chemistry Teaching, Thematic approach, Fuels.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	09
<b>1.1 A importância do ensino de Química na Educação Básica</b>	09
<b>1.2 Estratégias que favorecem um aprendizado significativo</b>	13
<b>1.3 A perspectiva CTSA e o Ensino de Química</b>	17
<b>1.4 Postos de Revendedor de Combustíveis</b>	18
1.4.1 Produtos comercializados no posto de revenda de combustíveis	20
1.4.2 Controle ambiental nos Postos de Revenda de Combustíveis	25
1.4.3 Prevenção de incêndios e explosões em postos de revenda de combustíveis	27
<b>2. OBJETIVOS</b>	29
<b>2.1 Objetivo geral</b>	29
<b>2.2 Objetivo específico</b>	29
<b>3. METODOLOGIA</b>	30
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	30
<b>4.1 Sequencia didática</b>	30
<b>4.2 Elaboração de um Material Didático</b>	32
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	33
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	34
<b>APÊNDICE</b>	39

## **1. INTRODUÇÃO**

Mediante a minha experiência como bolsista do PIBID em escola pública pude notar a dificuldade dos alunos no aprendizado de Química e também que os alunos consideram a Química uma disciplina complexa com pouca aplicabilidade no nosso cotidiano.

O ensino de Química deve promover uma articulação entre os níveis macroscópico, microscópico e representacional, para melhor compreensão do conhecimento científico. Nessa perspectiva, os conceitos e conteúdos químicos não devam ser um fim em si mesmos, mas é desejável que sejam trabalhados a partir de ideias gerais que lhes dêem um contexto. Uma das formas de se trazer as aplicações e mostrar as relações que a Química pode estabelecer se dá através das considerações de fatores macroscópicos.

Esse trabalho propõe uma abordagem ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA) usando temática “Posto de combustíveis” para desenvolver o conhecimento químico no ensino médio.

### **1.1 A importância do ensino de Química na Educação Básica**

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB Lei Nº 9394/96) “a educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”.

A Química não está colocada à parte dessas finalidades, pois é uma ferramenta de formação humana que aumenta os campos culturais e a autonomia para o exercício da cidadania caso o conhecimento químico seja promovido como um dos meios de interpretar e intervir no mundo e relacionar-se com muitos aspectos da vida em sociedade (Brasil, 2002).

A Química é uma ciência que estuda a natureza da matéria, suas propriedades e transformações. Está constantemente presente no dia a dia, em todos os materiais que são utilizados, e em todos os seres vivos. Portanto, é necessário que o cidadão tenha o mínimo de conhecimento químico para que possa participar na sociedade ao qual está inserido.

Cabe ao professor a função de abordar em sala de aula as informações químicas necessárias que forneçam aos alunos base para participarem nas decisões da sociedade e nos efeitos que essas decisões podem gerar.

Segundo PCN+ (Parâmetro Curricular Nacional) a organização dos conteúdos de Química no ensino médio deve levar em consideração a vivência particular dos alunos e a interação da sociedade com o mundo, focando a interferência dos saberes científico e tecnológico na sociedade, na cultura e no ambiente (Brasil, 2002). A ideia não é uma ligação artificial entre a Química e o cotidiano, limitando-se na citação de exemplos ao final da aula, mas, partir de situações problemáticas reais e buscar o conhecimento químico para entendê-las e solucioná-las.

Para os PCN+ uma forma de organizar e selecionar os conteúdos ensinados no ensino médio é utilizando temas estruturadores e priorizando as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos (Brasil, 2002). Dessa forma são sugeridos nove temas estruturadores que abrangem todo o conteúdo sugerido para o ensino médio:

- 1) Reconhecimento e caracterização das transformações químicas
- 2) Primeiros modelos de constituição da matéria
- 3) Energia e transformação química
- 4) Aspectos dinâmicos das transformações químicas
- 5) Química e atmosfera
- 6) Química e hidrosfera
- 7) Química e litosfera
- 8) Química e biosfera
- 9) Modelos quânticos e propriedades químicas.

Os temas de 1 a 4 proporcionam o entendimento gradual de como ocorre a produção de materiais pelo ser humano a partir de recursos disponíveis na terra e sua contribuição para o ambiente e qualidade de vida. Os quatro temas seguintes (de 5 a 8) têm como meio a sobrevivência do ser humano, sob a visão do conhecimento químico, nos quais focalizam a extração e produção de materiais pelo homem em diferentes ambientes como também os processos de produção desses

materiais, seus usos e as implicações ambientais, sociais, econômicas e políticas deles resultantes. No tema, Modelos quânticos e propriedades químicas deve ser explicado de que forma a teoria quântica permitiu uma interpretação mais completa das ligações e propriedades químicas e das constituições isotópicas, proporcionando uma fundamentação que até permite a compreensão da tabela periódica (Brasil, 2002).

Os temas e suas respectivas unidades temáticas, de acordo com o PCN (Brasil, 2002):

<b>TEMAS</b>	<b>UNIDADES TEMÁTICAS</b>
1) Reconhecimento e caracterização das transformações químicas	A) Transformações químicas no dia-a-dia B) Relações quantitativas de massa C) Reagentes, produtos e suas propriedades.
2) Primeiros modelos de constituição da matéria	A) Primeiras ideias ou modelos sobre a constituição da matéria B) Representação de transformações químicas C) Relações quantitativas envolvidas na transformação química
3) Energia e transformação química	A) Produção e consumo de energia térmica e elétrica nas transformações químicas B) Energia e estrutura das substâncias C) Produção e consumo de energia nuclear
4) Aspectos dinâmicos das transformações químicas	A) Controle da rapidez das transformações no dia-a-dia B) Estado de equilíbrio químico
5) Química e atmosfera	A) Composição da atmosfera B) A atmosfera como fonte de recursos materiais C) Perturbações na atmosfera produzidas por ação humana D) Ciclos biogeoquímicos na atmosfera

6) Química e hidrosfera	A) Composição da hidrosfera B) Água e vida C) A hidrosfera como fonte de recursos materiais D) Perturbações na hidrosfera produzidas pela ação humana E) O ciclo da água na natureza
7) Química e litosfera	A) Composição da litosfera B) Relações entre solo e vida C) A litosfera como fonte de recursos materiais D) Perturbações na litosfera E) Ciclos biogeoquímicos e suas relações com a litosfera
8) Química e biosfera	A) Química e vida B) Os seres vivos como fonte de alimentos e outros produtos C) Os materiais fósseis e seus usos D) Perturbações na biosfera E) Ciclos biogeoquímicos e suas relações com a biosfera
9) Modelos quânticos e propriedades químicas	A) Radiações e modelos quânticos de átomos B) Modelagem quântica, ligações químicas e propriedades dos materiais C) Constituição nuclear e propriedades físico-químicas

Os temas estruturadores foram ordenados buscando-se agregar fenômenos, modelos explicativos microscópicos e suas representações. Estes temas estruturadores têm como objetivo nortear o ensino de química nas escolas, ficando a cargo dos professores em consonância com o Projeto Político Pedagógico da escola e com professores de outras disciplinas a melhor forma de sequencia-los nos semestres, focando na concepção de educação de que os conteúdos estão

articulados entre si e com outras áreas do conhecimento, fomentando o desenvolvimento de competências, possibilitando ao aluno uma vivência na qual os conhecimentos estão integrados e favorecem a construção de sua cidadania (Brasil, 2002).

## **1.2 Estratégias que favorecem um aprendizado significativo**

Nas aulas de Química frequentemente os professores se preocupam em ensinar aos seus alunos fórmulas, símbolos e cálculos e se esquecem de mostrar que a Química está muito além disso. A Química nem sempre é tratada como um instrumento de formação de cidadãos conscientes do seu verdadeiro papel na sociedade. Deve ser utilizada como mecanismo de transformação no âmbito social, na tecnologia e também deve ajudar a modificar a economia de um país.

É preciso favorecer a reconstrução da forma de organização do processo ensino-aprendizagem, com ênfase na decisão do que ensinar e do como avaliar o significativamente aprendido, para consolidação de espaço transformador da dinâmica social, por meio da instrumentalização intelecto-cultural de potenciais cidadãos ocupantes de posições decisivas no cenário coletivo (PCN's. MEC/SEMTEC, 1999).

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1998), a contextualização do ensino e a interdisciplinaridade são princípios organizadores do currículo do ensino médio brasileiro. Estes princípios devem atender o que está estabelecido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) como uma das finalidades do Ensino Médio: a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar, com flexibilidade, às novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores.

Para tanto, a formação continuada dos professores em conjunto com outros fatores como infraestrutura, principalmente por meio de laboratórios, salas de aula equipadas, bibliotecas, salas de tecnologias educacionais, dentre outros, podem ser importantes medidas de intervenção para a melhoria do ensino. Nesse sentido, é fundamental a contextualização dos conceitos com a realidade social, considerando

o conhecimento científico produzido historicamente de modo a contribuir com a formação integral do aluno.

A necessidade da contextualização do ensino surgiu em um momento da educação formal no qual os conteúdos escolares eram apresentados de forma fragmentada e isolada, apartados de seus contextos de produção científica, educacional e social (KATO; KAWASAKI, 2011). Denominada de ensino tradicional, ainda bastante presente nas práticas escolares, esta visão representa uma tendência pedagógica cuja finalidade tem sido a de levar, ao aluno, o produto final da atividade científica, ou seja, o conhecimento já pronto e organizado, com aura de verdade acabada (FRACALANZA; AMARAL; GOUVEIA, 1986), preocupando-se apenas em disseminar um conhecimento que seja simplesmente reproduzido das situações originais de sua produção, apresentando conteúdos escolares na sua forma mais abstrata.

Segundo Lopes (2002), o maior problema em questão é o processo de apropriação do conhecimento pela escola, a retirada dos conceitos de sua historicidade e problemática. Os saberes ensinados aparecem como saberes sem produtores, sem origem, sem lugar, transcendentais ao tempo, ensinando-se apenas o resultado, isolando-os da história de construção do conceito, retirando-os do conjunto de problemas e questões que os originaram (KATO; KAWASAKI, 2011).

Nesta perspectiva de ensino, os currículos escolares tornam-se inadequados à realidade em que estão inseridos, pois estão centrados em conteúdos muito formais e distantes do mundo vivido pelos alunos, sem qualquer preocupação com os contextos que são mais próximos e significativos para os alunos e sem fazer a ponte entre o que se aprende na escola e o que se faz, vive e observa no dia a dia (KATO; KAWASAKI, 2011).

É neste âmbito que a contextualização do ensino toma forma e relevância no ensino de ciências, já que se propõe a situar e relacionar os conteúdos escolares a diferentes contextos de sua produção, apropriação e utilização (KATO; KAWASAKI, 2011).

Segundo Rodrigues e Amaral (1996), contextualizar o ensino significa trazer a própria realidade do aluno, não apenas como ponto de partida para o processo de ensino e aprendizagem, mas como o próprio contexto de ensino.

Moysés (1997) discorre sobre os motivos que levaram o contexto a ser uma condição de aprendizagem. Para tanto, refere-se a uma pesquisa conduzida por Carraher (apud MOYSES, 1997), que investigou as formas pelas quais contramestres de obras e estudantes da 7ª série do Ensino Fundamental realizam cálculos de proporções. Em seus resultados, verificou-se a superioridade dos mestres de obras em relação aos estudantes na realização destes cálculos, concluindo-se que a familiaridade destes profissionais com esse tipo de relação de proporcionalidade fez com que acertassem as questões. Já, nos estudantes, verificou-se a incapacidade no uso sistemático do algoritmo da proporção aprendida naquele ano na escola, como, também, a ausência de um espírito crítico para perceber a “insensatez” nas respostas dadas.

Dessa forma, trazer o cotidiano dos alunos para o que é ensinado na escola resulta numa excelente forma de aprendizagem. Ao professor, cabe o papel de apresentar, aos estudantes, uma forma de ler, interpretar e intervir neste conjunto de vivências e no mundo em que vivem (KATO; KAWASAKI, 2011).

Além disso, o componente curricular pode ser ampliado além do espaço escolar no ensino de ciências. O aprendizado segundo Vieira, Bianconi, Dias (2005) é desenvolvido durante a existência do indivíduo, compreendendo a educação informal, adquirida na família, amigos, vizinhança, trabalho, o espaço formal de ensino (escola) e os espaços não formais de ensino, tais quais museus, centros de ciências e de cultura, supermercados, farmácias, indústrias, bibliotecas, postos de combustíveis. Nessa perspectiva, busca-se na Educação não-formal propiciar aprendizagem focando esses espaços educativos fora da escola, na qual existem processos interativos intencionais.

O espaço não formal pode fornecer recursos didáticos para o aprendizado que a escola não possui. Dependendo da profundidade do aprendizado concebida pelos alunos, e de como a prática pedagógica foi orientada, os alunos poderão estabelecer uma relação de significado do conhecimento escolar para o seu cotidiano (MOREIRA, 1982).

Nos espaços não formais de ensino há ainda a possibilidade de se focar o currículo de Ciências de forma interdisciplinar, pois, permite mostrar aos alunos conhecimentos de Biologia, de Física, de Química, de Matemática, além de serem utilizados no cotidiano do trabalho. Por exemplo, uma atividade pedagógica em uma



estação de tratamento de água, onde os alunos poderão entender a importância do uso da água em nossa sociedade, e seu impacto na natureza (utilizando conhecimentos de Biologia/Química), os processos de tratamento de água (com conhecimentos de Física/Química) e os cálculos envolvidos durante o processo (usando conhecimentos de Matemática), dentre outros temas que podem ser abordados.

As ações didáticas, pedagógicas, culturais e sociais também são excelentes formas de desenvolver a formação crítica do estudante e o aprendizado significativo.

As atividades experimentais são uma excelente forma de ensino, podendo ser realizada em laboratórios, em sala de aula e em estudo de meio. Possibilita-se com essa atividade a seleção de material, instrumentos e procedimentos adequados, a escolha de espaços físicos e as condições de trabalho seguras, a análise e a sistematização de dados (BRASIL, 2002).

Nos estudos de meio, é possível obter informações técnicas, sociais, ambientais, econômicos do tema em estudo para que posteriormente possa-se observar e interagir criticamente com a comunidade, coletar e analisar dados e se expressar a respeito deles por meio de palestras, discussões (BRASIL, 2002).

A diversificação dos materiais ou recursos didáticos é importante, tais como: vídeos, filmes, uso do computador, jornais, manuais técnicos, entre outros, pois possibilitam aos alunos a integração de diferentes saberes e o debate de assuntos do mundo contemporâneo (BRASIL, 2002).

O desenvolvimento de projetos disciplinares ou interdisciplinares, em conjunto com outros recursos didáticos, favorece o desenvolvimento de diferentes competências almejadas (BRASIL, 2002).

A avaliação do ensino e da aprendizagem propicia a análise do processo de construção do conhecimento e se a competência esperada para aquele aluno, naquele momento, foi alcançada. São formas de avaliação: questionários, aulas dialogadas, apresentações escritas e orais (BRASIL, 2002).

### **1.3A perspectiva Ciência, Tecnologia, sociedade e Ambiente (CTSA) e o Ensino de Química**

O movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) é uma proposta pedagógica que desvincula a ideia de ciência neutra, absoluta e impessoal para uma ciência que se aproxima da realidade do aluno, trazendo significado para aquilo que é estudado. Através dos currículos com ênfase CTS os conteúdos e ensinamentos de conceitos deixam de ser prioridade, não por não serem necessários, mas porque sua importância será melhor percebida pelos alunos se aparecerem como via para dar sentido aquilo que é questionado (MARTINS, 2002).

O avanço dos conhecimentos científicos e tecnológicos vem se repercutindo cada vez mais nas sociedades modernas, influenciando também a realidade escolar. Nesse sentido, o Ensino de Química no contexto da cidadania deve estar voltado não só ao desenvolvimento da compreensão de conceitos químicos, mas também à ampliação desses conhecimentos em caráter social, ambiental e tecnológico (MARCONDES et al., 2009). Assim, o Ensino de Química deve capacitar os alunos a tomarem decisões próprias em situações problemáticas, contribuindo para o seu desenvolvimento como cidadão.

O enfoque CTSA, no contexto educativo, tem sido um dos principais campos de investigação e ação social desse movimento, que vê, na renovação da estrutura curricular dos conteúdos, uma forma de vincular ciência e tecnologia ao contexto social (PINHEIRO, SILVEIRA; BAZZO, 2007). Por esse ângulo, as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio recomendam uma abordagem dos conhecimentos científicos sob essa perspectiva, enfatizando que, ao se discutirem aspectos sociocientíficos, vão emergir em sala de aula diferentes pontos de vista, que deverão ser problematizados mediante argumentos coletivamente construídos, com encaminhamentos de possíveis respostas a problemas sociais relativos à Ciência e à Tecnologia.

Esse diálogo cria condições para a difusão de valores assumidos como fundamentais ao interesse social, aos direitos e aos deveres dos cidadãos, de respeito ao bem comum e à ordem democrática. É necessário considerar, nesse sentido, que a abordagem de aspectos sociocientíficos, na base comum da área e do componente curricular, tem a função de desenvolver capacidades formativas

específicas, aliadas aos conteúdos e aos conceitos, no tocante ao domínio da contextualização sociocultural (BRASIL, 2006, p. 119).

Desenvolver os conhecimentos científicos, priorizando essa contextualização nem sempre é uma tarefa fácil, pois há ausência, muitas vezes, de diálogo entre a realidade do conhecimento científico e a da vida cotidiana do aluno, dificultando a busca e a construção de significados explícitos.

A contextualização dos aspectos sociocientíficos não se limita a apenas explicar o funcionamento científico ou tecnológico de algum artefato do dia a dia. O princípio da contextualização na formação da cidadania implica também a necessidade de refletir criticamente sobre situações reais e existenciais para os estudantes (SANTOS, 2007). Educar para estabelecer relações entre o conhecimento tecnocientífico e a formação para o exercício de uma cidadania responsável visa, segundo Von Linsingen (2007, p. 14), “[...] a máxima participação democrática, o que implica criar condições para um ensino de ciências contextualizado, social e ambientalmente referenciado e comprometido”.

Os postos de combustíveis, com seus respectivos produtos comercializados e suas respectivas atividades relativas a este ambiente, podem ser uma opção para contextualizar o ensino de Química no ensino médio.

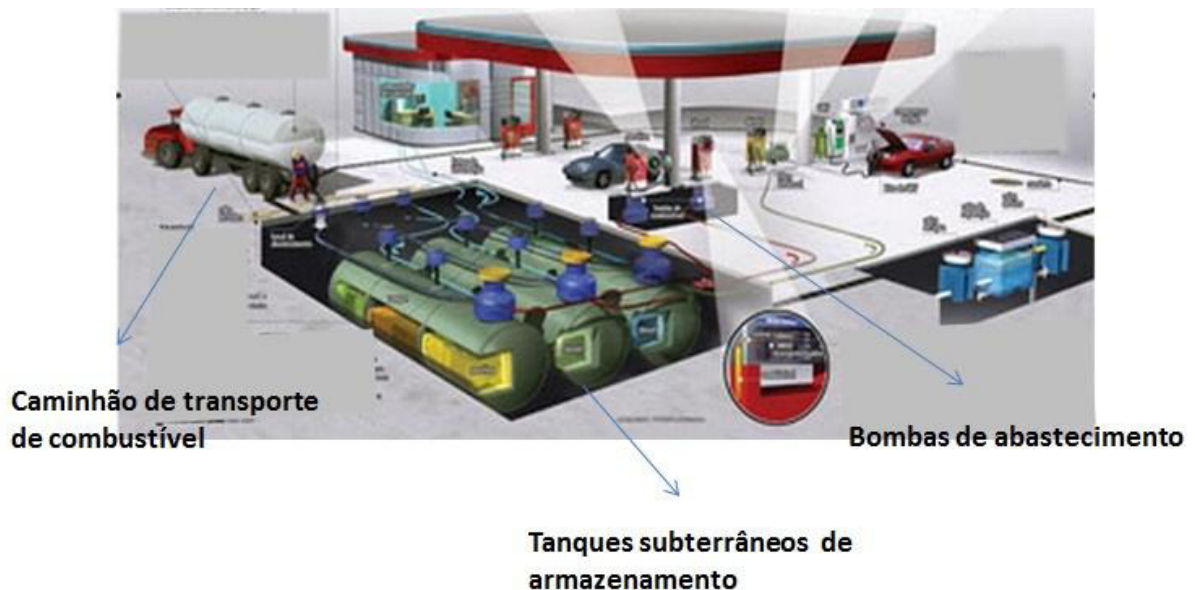
#### **1.4 Postos de revendedor de combustíveis**

De acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 273/00, Posto Revendedor de Combustíveis (PRC) é a instalação onde se exerce a atividade de revenda varejista de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível e outros combustíveis automotivos que dispõem de equipamentos e sistemas para armazenamento de combustíveis automotivos (tanques reservatórios) e equipamentos medidores (bombas). A Figura 1 mostra uma representação esquemática de um posto de revenda de combustíveis.

As atividades do revendedor varejista de combustíveis estão sob a responsabilidade da Agência Nacional do Petróleo e Biocombustíveis (ANP) que é uma autarquia integrante da Administração Pública Federal, vinculada ao Ministério de Minas e Energia cuja finalidade é promover a regulação, a contratação e a

fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo (ANP, 2004b).

Figura 1. Representação esquemática de um posto de revenda de combustíveis



A ANP regulamenta, fiscaliza e monitora as atividades desde PRC's. Durante a execução das obras de implantação dos PRC's devem ser obedecidas as normas das entidades com jurisdição sobre a área de localização do posto revendedor de combustíveis, dentre elas: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Prefeitura Municipal, Corpo de Bombeiros, órgão governamental responsável e Departamento de Estradas e Rodagem (ANP, 2004c).

Após a implantação dos PRC's deve ser solicitada à ANP a autorização de funcionamento cuja operação é condicionada à execução de uma série de procedimentos a serem tomados:

- a) Todo o combustível deve ser adquirido de empresa autorizada pela ANP a exercer a atividade de distribuição de combustíveis;
- b) Nenhum PRC pode comercializar combustível fora de seu estabelecimento;
- c) O óleo lubrificante usado ou contaminado somente deverá ser alienado às empresas coletoras cadastradas pela ANP, sendo proibido o descarte de óleo lubrificante no meio ambiente;

d) O consumidor deve ser informado de maneira clara do tipo de produto de cada bomba de abastecimento, bem como dos perigos e riscos dos mesmos;

e) As bombas e os equipamentos medidores devem estar em perfeito estado de conservação;

f) As bombas medidoras devem estar aferidas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, de maneira que o volume seja igual a que está demonstrada como vendida ao consumidor;

g) Todo o produto vendido deve passar pelo equipamento medidor;

h) O cadastro do posto revendedor de combustível deve estar sempre atualizado junto à ANP;

i) Os tanques de armazenamento de combustíveis têm que ser subterrâneos. Não é permitido o uso de qualquer outro tipo de instalação de tanque, com exceção dos postos flutuantes(ANP, 2004c).

#### 1.4.1 Produtos comercializados no posto de revenda de combustíveis

Os principais produtos comercializados nos postos de revenda de combustíveis são gás liquefeito de petróleo, gasolina, óleo diesel, etanol e óleos lubrificantes.

**Gasolina automotiva** é o combustível mais utilizado em veículos leves que possuem motores a combustão. Esses veículos geralmente são de uso particular, ou são utilizados para o transporte de passageiros e de cargas. No Brasil são comercializados vários tipos de gasolina automotiva que seguem especificações da ANP.

A composição da gasolina varia amplamente, dependendo do tipo de óleo cru usado, do processo de refino aplicado e das especificações do produto. Em geral, a gasolina é composta principalmente por hidrocarbonetos cujas cadeias têm tamanhos que variam de C<sub>5</sub> a C<sub>9</sub> e sua faixa de ebulição está compreendida entre 23° a 204° C (RISER-ROBERTS, 1992). Uma gasolina típica contém aromáticos (20% a 50%), alcanos ramificados (25% a 40%), n-alcanos (4-8%), alcenos (2-5%), cicloalcanos (3-7%), naftalenos, além de concentrações muito reduzidas de

compostos policíclicos aromáticos (POTTER& SIMMONS, 1998; HAPPER& LICCIONE, 1995).

Octanagem ou índice de octano é o índice de resistência a detonação de combustíveis usados em motores Otto (tais como gasolina, álcool, GNV e GLP Auto). O índice faz relação de equivalência à resistência de detonação de uma mistura percentual de isoctano (2,2,4 trimetil pentano) e n-heptano. Por exemplo, uma gasolina que tem as mesmas características em um motor que uma mistura contendo 87% de 2,2,4-trimetilpentano e 13% de heptano, seria classificada como uma gasolina de octanagem 87 (SOLOMONS& FRYHLEe, 2013).

A octanagem não tem correspondência com a qualidade do combustível. Porém, motores mais potentes exigem maiores compressões e, por consequência, combustíveis mais resistentes à ignição espontânea. Potência e rendimento ótimos são sempre obtidos a partir de combustíveis de octanagem compatível com o projeto do motor.

A **gasolina comum** comercializada no Brasil possui octanagem mínima de 87 unidades, medida pelo índice antidetonante (IAD), e até 50 mg/kg (ou ppm) de teor de enxofre. É um combustível com ultra baixo teor de enxofre (UBTE ou S-50), desenvolvida para permitir a introdução de veículos com novas tecnologias em controle de emissões atmosféricas, e já reduz as emissões de gases no escapamento nos motores atuais de última geração.

A **gasolina aditivada** é formada pela gasolina comum na qual são adicionados de aditivos redutores de atrito, que reduzem os desgastes das peças, além de detergentes e dispersantes responsáveis por manter sempre limpo o sistema de alimentação de combustível.

A gasolina aditivada possui a mesma octanagem da gasolina comum, 87 unidades, medida pelo índice antidetonante (IAD). É um combustível com ultra baixo teor de enxofre (UBTE ou S-50), com até 50 ppm (parte por milhão).

Desde 16 de março de 2015, vigora no país a adição obrigatória de 27% de etanol anidro à gasolina, conforme portaria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) N° 75/2015. O álcool anidro tem no mínimo 99,6% de álcool puro.

A presença do álcool anidro na gasolina aumenta o número da octanagem do combustível, aumentando o tempo de vida útil do motor. Outras vantagens é a diminuição da emissão de gases de efeito estufa, pois o etanol é combustível renovável, e a diminuição dos custos, sendo que o país tem alta capacidade de produção de etanol e precisa importar gasolina para atender todo o mercado interno.

Além do Brasil, diversos países, como México, China, Argentina, Colômbia, Japão, alguns países da União Européia e alguns Estados dos Estados Unidos da América, misturam etanol anidro à gasolina de forma opcional ou obrigatória. Essas misturas geralmente são de 5% ou 10%, sendo o Brasil o país que utiliza a maior proporção.

O **óleo diesel** é composto principalmente por hidrocarbonetos de cadeias simples não ramificadas (n-alcenos), contendo também, mas em baixas concentrações, alcenos ramificados, cicloalcenos, monoaromáticos, naftalenos e PCAs, além de aditivos. A concentração de benzeno-tolueno-etilbenzeno-xileno (BTEX) é muito reduzida (POTTER& SIMMONS, 1998). As diferenças mais importantes entre a gasolina e o diesel são os tamanhos das cadeias, o peso molecular e a pressão de vapor, além da já citada menor quantidade de hidrocarbonetos aromáticos (FERREIRA& ZUQUETTE, 1998). Quanto ao tamanho das cadeias, especificamente, estas estão compreendidas na faixa de C<sub>10</sub>-C<sub>19</sub>.

Como o teor de enxofre das frações do petróleo aumenta com o ponto de ebulição do derivado de petróleo, o diesel combustível contém maior concentração deste elemento bem como a maior parte dos metais vanádio e níquel, usualmente em várias partes por milhão (BAIRD,2002).

O diesel comum utilizado pela frota nacional de veículos a diesel fabricados antes de 1<sup>o</sup> de janeiro de 2012 contém 500mg/kg ou ppm de teor máximo de enxofre (óleo diesel automotivo S-500). Os novos motores a diesel fabricados a partir de 2012 e que equipados com as novas tecnologias de controle de emissões utilizam o diesel S10, que contém o equivalente a um teor máximo de enxofre de 10 miligramas para cada 1.000.000 de miligramas do produto (10 ppm). Esse combustível possibilita a redução das emissões de material particulado em até 80% e de óxidos de nitrogênio de até 98%.

O diesel S10 tem número de cetano 48 (medida de qualidade da combustão a diesel), oferecendo a qualquer veículo, mesmo os fabricados antes de 2012, uma melhor conservação do motor e redução dos custos de manutenção.

Os **lubrificantes** são substâncias cuja função principal é a redução do atrito entre superfícies em movimento. Também podem servir a propósitos secundários, como: a remoção e transferência de calor, remoção de resíduos e contaminantes, proteção das superfícies contra corrosão e oxidação e como meio dielétrico (EYRES et al., 1983).

Os óleos lubrificantes são manufaturados em várias formulações e a maioria das composições geralmente consiste em duas frações: fluído base e aditivos químicos (JIRASRIPONGPUN, 2002). A principal fração no lubrificante corresponde ao fluído base e, apesar de óleos saturados e gorduras terem sido usados primariamente como tal, na maioria dos produtos atuais são utilizados óleos minerais (EYRES et al., 1983).

Óleos básicos minerais são preparados a partir do óleo cru e são constituídos de uma mistura complexa de hidrocarbonetos: parafinas lineares e ramificadas, alcanos cíclicos e hidrocarbonetos aromáticos (SMITH et al., 1983; JIRASRIPONGPUN, 2002). As proporções das diferentes espécies são responsáveis pelas características diferentes dos óleos básicos (EYRES et al., 1983).

Os aditivos químicos, por sua vez, correspondem a 5-20% peso/volume dos lubrificantes acabados e são adicionados por razões específicas (JIRASRIPONGPUN, 2002). Modificam as características físicas e/ou químicas dos óleos e seu uso tem se tornado mais comum, uma vez que as condições de operações têm se tornado cada vez mais severa e têm se revelado difícil, ou tecnicamente impossível, encontrar óleos minerais que atendem as exigências requeridas em seu estado bruto (EYRES et al., 1983). Pela mesma razão foram desenvolvidos os ditos produtos sintéticos, isto é, obtidos por síntese química.

Óleos acabados podem conter também alguns compostos de enxofre, oxigênio e nitrogênio e traços de metais, e a sua composição final depende, além do óleo cru original, do processo usado durante o refino. Com técnicas mais simples de



refino a composição do óleo acabado reflete àquela do óleo cru, mas se o refino for severo, variações devidas ao óleo cru são menos aparentes (SMITH et al., 1983).

Os postos de combustíveis também comercializa **metanol hidratado** ou apenas etanol. No Brasil, o etanol é produzido principalmente através da fermentação da cana-de-açúcar. Além da fermentação da cana de açúcar, o etanol pode ser obtido através de outros vegetais, como o milho e beterraba, ou em processos químicos controlados em laboratório.

Para ser comercializado, o etanol precisa cumprir as especificações, estabelecidas pela ANP, tais como: precisa ser límpido, transparente, isento de impurezas, com graduação alcóolica entre 95,1% e 96%, pH neutro, e com tolerância extremamente pequena de minerais e metais com ferro, sódio e cobre.

O Brasil é o único país que utiliza o etanol hidratado puro como combustível, o E100. Uma das dificuldades em consolidar o etanol hidratado no mercado internacional é o frio, pois o etanol perde sua capacidade de gerar combustível em temperaturas abaixo dos 13°C.

Por ser produzido nacionalmente e ter baixo custo, o preço do etanol é sempre menor que o da gasolina. Nos períodos de entressafra da cana-de-açúcar, intervalo em que o produto não é colhido, o que acontece no verão e meses próximos, o etanol fica mais caro, pois a oferta do produto é menor. O etanol é mais viável economicamente quando seu preço é 30% mais barato em relação à gasolina.

O etanol anidro e o etanol hidratado são diferenciados no PRC pela coloração. O etanol é incolor para a diferenciação é obrigatória a adição de um corante laranja no álcool anidro.

Outro combustível comercializado nos PRCs é o **biodiesel**. A definição para biodiesel adotada na lei nº 11.097, de setembro de 2005, que introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira, é: *“Biodiesel: biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”*.

As matérias-primas de origem vegetal são óleos vegetais, tais como soja, mamona, canola, palma (dendê), girassol, pinhão manso e amendoim, entre outros. As matérias-primas de origem animal podem ser obtidas do sebo bovino, suíno e de

aves. Incluem-se entre as alternativas de matérias-primas os óleos utilizados em fritura (cocção).

Esse combustível é utilizado em substituição ao óleo diesel, em percentual adicionado ao óleo diesel ou integral nos motores à combustão dos transportes rodoviários e aquaviários e nos motores utilizados para geração de energia elétrica.

O biodiesel e o etanol são denominados biocombustíveis por derivarem da biomassa (matéria orgânica de origem vegetal ou animal que pode ser utilizada para produção de energia) e por serem menos poluentes e renováveis.

Os fatores ambientais e a elevação dos preços do petróleo favorecem a expansão do mercado de produtos combustíveis derivados da biomassa no mundo todo, predominando o etanol, para o uso em automóveis, e o biodiesel, para caminhões, ônibus, tratores, transportes marítimos e aquaviários e em motores estacionários para a produção de energia elétrica, nos quais o óleo diesel é o combustível mais utilizado.

Existem duas tecnologias que podem ser aplicadas para a obtenção de biodiesel a partir de óleos vegetais (puros e de cocção) e sebo animal: a transesterificação e o craqueamento. No Brasil, a produção de biodiesel predominantemente devido é a transesterificação metílica, na qual uma mistura de óleos vegetais ou sebo animal com metanol, associada a um catalizador, produz o combustível.

#### 1.4.2 Controle ambiental nos Postos de Revenda de Combustíveis.

Os acidentes ambientais mais comuns nos postos revendedores de combustíveis são os vazamentos dos tanques de armazenagem subterrâneos. Este tipo de ocorrência é uma das fontes mais comuns de contaminação de solo e lençóis freáticos (WATTS et al., 2000).

No entanto, outra forma de contaminação proveniente de postos de abastecimento é, muitas vezes, ignorada. Pequenas quantidades de combustível são desperdiçadas diariamente durante o abastecimento de veículos, nos boxes de troca de óleo e na transferência do combustível dos caminhões para os tanques subterrâneos. Carregado pela chuva ou pela lavagem de automóveis, esse material

derramado pode contaminar o solo e a água ao atingir rios, lençóis freáticos e galerias de águas pluviais, prejudicando toda a população.

Pacheco e Santos (2001) concordam que uma contaminação considerável por hidrocarbonetos oriundos de petróleo resulta de acidentes com vazamentos a partir de tanques, grandes derrames e descartes industriais e municipais. No entanto, apontam que a rotina de perdas associadas a operações de instalações e utilização de petróleo e seus derivados podem exceder grandemente as perdas com acidentes na extração e transportes. Estudo realizado na Universidade Federal de Santa Catarina mostrou que o vazamento de apenas 10 mL de combustíveis por dia, durante um ano, pode comprometer a potabilidade de três milhões de litros de água (FERNANDES, 2001).

Com o intuito de impedir tal ocorrência, a Resolução CONAMA 273/2000 em seu artigo 5º, item h, estabelece que o órgão ambiental competente exija para o licenciamento ambiental dos postos revendedores de combustíveis, detalhamento do tipo de tratamento e controle de efluentes provenientes dos tanques, áreas de bombas e áreas sujeitas a vazamentos de derivados de petróleo ou de resíduos oleosos.

No sentido de atender essa determinação, a Companhia de Saneamento do Distrito Federal (Caesb), em acordo com o que estabelecem os Decretos nº5.631 e 18.328, orienta a instalação de um sistema de caixas- caixa de areia, caixa separadora de óleo e caixa coletora de óleo – cujo propósito é reter a fração oleosa e sólida dos resíduos. Este conjunto de caixas integra o sistema separador areia e óleo (SAO). Estas recomendações destinam-se a postos de lavagem e lubrificação, garagens de transportes coletivos, oficinas e demais serviços que manuseiam óleos lubrificantes e graxas. Como os postos de combustíveis, muitas vezes, incluem esses tipos de serviços, também devem instalar o dispositivo.

No sistema separador areia e óleo(SAO), os resíduos são drenados através de canaletas que circundam a pista de abastecimento, troca e/ou lavagem, primeiramente, para a caixa de areia cuja função é reter o material mais pesado. Essa caixa deve ter dimensões que proporcionem velocidades baixas no fluxo do efluente que resultem na deposição de areia e outras partículas no fundo da caixa. Em uma segunda etapa, o efluente é conduzido para a caixa separadora de óleo que tem a função de separar os resíduos oleosos que, dada sua menor densidade,

se acumulam na superfície da porção aquosa. Através de tubulações, os hidrocarbonetos são conduzidos à caixa coletora de óleo enquanto a fração aquosa é dirigida à caixa de inspeção. O óleo retirado das caixas coletoras deve ser acondicionado em recipiente próprio e encaminhado para reciclagem. Com relação ao destino da fração aquosa, já foram observados em campo dois modelos: encaminhamento direto para rede de esgotos ou o uso de bombas para esvaziamento da caixa de inspeção.

#### 1.4.3 Prevenção de incêndios e explosões em postos de revenda de combustíveis

Várias são as atividades envolvidas com o manuseio de combustíveis que exigem a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI). Estes EPI's variam conforme o tipo de atividade. De modo global, dentre os EPI's necessários pode-se citar: capacete, uniforme, proteção facial, proteção auricular, máscara respiratória, óculos de segurança, luvas, calçado, roupa impermeável, entre outros específicos.

Segundo ESSO (1996), a ação de combate a incêndios tem seus principais momentos nos primeiros segundos após seu início. Não deve haver hesitação por parte do pessoal do PRC em chamar o Corpo de Bombeiros caso o incêndio ocorrido não seja de pequenas proporções e o material de combate ao fogo existente no local não seja suficiente para apagá-lo.

Os meios de extinção de incêndios em gasolina e óleo diesel recomendados por Esso (1996) são: espuma para hidrocarbonetos, pó químico e dióxido de carbono. No caso de incêndios provocados em álcool, a única exceção é com relação à utilização de espuma para hidrocarbonetos, que não é recomendada, pois a quantidade de hidrocarbonetos no álcool hidratado é bastante reduzida.

No combate a incêndios em postos de revenda de combustíveis, as seguintes regras básicas devem ser seguidas:

a) o combate ao fogo deve ser iniciado com o equipamento do PRC, se não houver risco à segurança pessoal;

b) caso não seja possível extinguir o fogo imediatamente após seu início deve-se chamar o Corpo de Bombeiros;

- c) toda a rede elétrica do posto deve ser desligada;
- d) deve ser garantida a evacuação imediata do local;
- e) aparelhos de proteção de respiração independente do ar ambiente e roupas de aproximação/proteção à temperaturas elevadas devem ser utilizados;
- f) todas as medidas possíveis para evitar a proliferação do fogo devem ser tomadas;
- g) a água não deve ser utilizada para combater fogo na pista de abastecimento, pois pode espalhar o fogo e atingir as bombas.

Ao passar um líquido inflamável de um recipiente para outro são produzidos potenciais elétricos. Uma grande quantidade de eletricidade estática pode se acumular na superfície de um líquido inserido num grande tanque e, ao mesmo tempo, pode existir diferença de potencial entre os vários pontos daquela superfície. Em face dessa observação, os tanques utilizados para o armazenamento de líquidos inflamáveis devem ser ligados convenientemente ligados à terra.

São frequentes os casos de acidentes em caminhões tanque em operações de transbordo de um líquido inflamável para um tanque subterrâneo (WIECHETECK,2004). A fim de se evitar tais acidentes, obrigatoriamente os dois devem estar aterrados ou ligados ao mesmo potencial.

Segundo Esso (1996), além do aterramento, outros cuidados também são fundamentais, independentemente se a descarga for remota ou direta. Dentre eles, tem-se: isolar o local com cones de sinalização e placas de “não fume”; certificar que todas as fontes de ignição próximas foram eliminadas; certificar que o funcionário que vai acompanhar a descarga está usando calçado com solado de borracha e uniforme e que o motorista do auto-tanque está utilizando capacete, uniforme, óculos de segurança, luvas, avental e botas; posicionar um extintor do PRC e um do auto-tanque de cada lado da caixa de descarga, entre outros bastante específicos para tal atividade.

Segundo Shell (2004), a área de abastecimento de veículos em um PRC é uma área de risco, dado que durante o abastecimento são liberados gases inflamáveis pela abertura do bocal do veículo, causados pela passagem do combustível do bico da bomba para o tanque do automóvel. Estas áreas deixam de

ser perigosas a partir de cinco metros de distância da cobertura da pista. Estes gases são mais pesados que o ar, assim, ao serem liberados, têm a tendência de permanecer entre uma altura pouco acima do bocal e o solo, até se dissiparem. Estes, desde que tenham uma mistura adequada com o ar, podem se inflamar expostos a uma fonte de ignição (calor, faíscas elétricas ou chama). Portanto, segundo Shell (2004), existe a possibilidade de incêndio, resultante da eletricidade estática, durante o abastecimento do veículo.

Com base nos postos de combustíveis podem ser abordados temas relacionados à composição, obtenção e propriedades dos combustíveis e biocombustíveis; abordar como os combustíveis estão relacionados com as grandes questões ambientais atuais; a prevenção e os riscos de acidentes nos postos de revenda de combustíveis. Essa contextualização contribui para a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico do aluno e para sua atuação no âmbito social em que vive.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Propor uma sequência didática para ensino médio de química utilizando a abordagem ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente e a temática “Posto de combustíveis” com vistas à formação do aluno como cidadão crítico e consciente de sua atuação na sociedade.

### **2.2 Objetivos específicos**

Buscar na literatura e em livros didáticos os temas de química e suas respectivas relações com possíveis assuntos relativos a postos de combustíveis;

Propor possíveis abordagens que podem ser utilizadas por professores do ensino médio na contextualização da disciplina no ambiente dos postos de combustíveis.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada consistiu da realização um levantamento de informações sobre os assuntos abordados em livros, livros didáticos, periódicos e sites na internet.

O material bibliográfico reunido foi utiliza para a construção de uma sequência didática com o tema Posto de Combustíveis e para a elaboração de um livreto destinado a professores da disciplina Química no ensino médio com orientações sobre o uso da sequência didática construída.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.1 Sequência didática**

Segundo Zabala (1998), sequência didática é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. Foi construída uma sequência didática foi para uma turma da 3º ano do ensino médio, para introduzir e aprofundar o estudo das funções orgânicas.

A sequência didática proposta, relacionada ao tema Posto de Combustíveis, foi construída com base em experiências de ensino de Química publicadas na literatura ou em experiências pessoais vivenciadas durante o PIBID e no Estágio Supervisionado do Curso de Química Licenciatura. Nessa proposta, o foco principal não é o conteúdo da disciplina Química, mas é instrumentalizar o estudante para posicionar-se de forma autônoma frente a questões sociais que poderá se defrontar. A sequência é constituída por vários momentos:

- 1 – Apresentação do tema.
- 2- Petróleo: a matéria-prima para a produção de combustíveis.
- 3- Combustíveis para mover o mundo.

Em todos os momentos da sequência deve ser enfatizada a preocupação ambiental relacionada com a petroquímica. A seguir são apresentadas estratégias didáticas para trabalhar cada um dos momentos.

A **Apresentação do tema** pode ocorrer através de uma conversa sobre o uso de combustíveis. Os alunos devem ser informados sobre a duração da sequência e devem responder algumas perguntas desafiadoras capazes de fornecer informações sobre suas opiniões e sobre seus saberes populares e conhecimentos científicos prévios. Perguntas sugeridas são:

- a) O que existe em comum entre o gás de cozinha, a gasolina e uma vela?
- b) Postos de combustível são prejudiciais ao ambiente?
- c) Onde está a energia que permite que os automóveis se movimentem?

O **segundo momento** - Petróleo: a matéria prima para a produção de combustíveis - enfoca a origem e formação do petróleo e sua extração. A estratégia sugerida é a apresentação de um vídeo curto sobre o assunto. Em seguida, o professor direciona uma discussão sobre o vídeo apresentado. Como tarefa, os alunos devem realizar um trabalho multidisciplinar que enfoque: o processo de formação do petróleo, áreas produtoras, conflitos que ocorrem em áreas produtoras; os desenvolvimentos tecnológicos que permitem a extração de petróleo no mar.

O **terceiro momento** da sequência didática é “Combustíveis para mover o mundo” e apresenta o refino do petróleo como processo para produção de combustíveis. É importante enfatizar que evolução da tecnologia de extração e refino do petróleo permite o desenvolvimento da indústria petroquímica.

Nessa etapa, uma aula expositiva sobre o átomo de carbono e as cadeias carbônicas pode ser utilizada para apresentar aos estudantes as estruturas químicas das diferentes substâncias presentes no petróleo. Os estudantes devem ser guiados a perceber as semelhanças entre as estruturas das substâncias e, só então, devem ser informados que as substâncias pertencem a um grupo denominado alcanos. A seguir, podem ser discutida a função alcanos, sua estrutura e nomenclatura.

A turma deve ser incentivada a construir modelos moleculares de cadeias de alcanos utilizando materiais alternativos. Uma sugestão é utilizar tampas de frascos PET de refrigerantes e canudinhos descartáveis. Átomos iguais devem ser representados por tampas da mesma cor e as ligações podem ser representadas por pedaços de canudinhos.



Uma estratégia para facilitar a compreensão do processo de refino é realizar um experimento de destilação simples para separar os constituintes de uma mistura de líquidos. Um exemplo de mistura que pode ser separada é um vinho tinto que inicialmente separa o etanol, posteriormente separa a água e retêm no recipiente de destilação os outros constituintes que dão a cor do vinho.

O **quarto momento** da sequência é o aprofundamento do estudo sobre os hidrocarbonetos. São estudados os componentes dos combustíveis comercializados num PRC brasileiro. Nessa etapa é desejável que os estudantes tenham alguns **conhecimentos científicos prévios**.

Para estudar o **Gás Liquefeito de Petróleo, Gasolina e Óleo Diesel** são desejáveis **conhecimentos científicos prévios** sobre: estados de agregação da matéria; estudo dos gases: teoria cinética dos gases e transformações gasosas; tipos de misturas; Acidez e pH. É importante uma breve revisão sobre cada um destes conhecimentos quando for necessário.

Os **conceitos químicos que podem ser trabalhados** são: Hidrocarbonetos e Reação de combustão.

#### **4.1 Elaboração de Material Instrucional**

Após a construção da sequência didática foi elaborado um material instrucional destinado professores de Química do Ensino Médio. O livreto está organizado em:

1- Informação sobre o tema Posto de Combustíveis

2- Sugestões de estratégia metodológica para relacionar o tema com conceitos de Química

4- Referências

O material obtido está apresentado no Apêndice 1.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a melhoria da aprendizagem dos alunos é imprescindível que o professor possua instrumentos didático-pedagógicos que contribuam para a dinamização das aulas e que estejam em consonância com as exigências do mundo moderno. Em vista das novas tendências do ensino de Química, que procuram enfatizar questões sociais, econômicas, políticas, históricas e ambientais, neste trabalho foi elaborado um livreto que pode, de forma crítica, simples e objetiva, ser utilizado como material de apoio às aulas da disciplina Química. A sequência didática proposta tem o cuidado de não superestimar o caráter conteudista que a disciplina e desprezar o seu papel na sociedade humana.

O presente trabalho visa contribuir para a melhoria da dinâmica ensino-aprendizagem da disciplina Química na educação básica e ao mesmo tempo dinamizar e tornar mais compreensível a Química para os alunos de Ensino Médio, apresentando uma metodologia para contextualização de aulas, utilizando o tema Posto de Combustíveis.

Entretanto, é necessário que a eficiência da metodologia proposta seja comprovada, isto é, é necessário que seja submetida a turmas de ensino médio e que se avalie sua eficiência para o processo ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, uma perspectiva é desenvolver a metodologia em turmas de ensino médio da rede pública como parte do estágio supervisionado dos alunos do Curso de Química Licenciatura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (ANP), <http://www.anp.gov.br/>, Acessado dia 10/01/2017. 2004b.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (ANP), **Guia do Posto Revendedor de Combustíveis**, Rio de Janeiro, 2004c.

ANP- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Resolução nº 7 de 9 de fevereiro de 2011.

BAIRD, C. **Química Ambiental**, 2ª edição, Porto Alegre, RS: Bookman, pp. 274-279, 2002.

BRASIL, Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) – Ensino Médio**; Brasília, 1999.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **As Novas Diretrizes Curriculares que Mudam o Ensino Médio Brasileiro**, Brasília, 1998.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Lei Federal nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Diário Oficial da União, 34 p.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, Secretaria De Educação E Tecnológica (SEMTEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+)**. Brasília: Mec/Semtec, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Departamento de Políticas de Ensino Médio. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2006.

COVRE, G.J. Química: o homem e a natureza, 3 v. São Paulo : FTD, 2000.

DECRETO N° 5.631, de 27 de NOVEMBRO de 1980.

DECRETO N° 18.328, de 18 de JUNHO de 1997.

ESSO, **Manual Resumido de Operações e manutenção de Postos de Serviços**, Esso Brasileira de Petróleo S/A, Rio de Janeiro, RJ. 1996.

EYRES, A.R; MOLYNEUX, M.K.B; PEARSON, J.W; SANDERSON, J.T; SIMPSON, B.J.; TORDOIR, W.F. Health aspects of lubricants. **Concawe Report**, nº 5/87, 1987.

FERREIRA, J.; ZUQUETTE, L.V. **Considerações sobre as interações entre contaminantes constituídos de hidrocarbonetos e os componentes dos meio físico**. In: Geociências, nº 2, v. 17, pp. 527 – 557, 1998.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "**Composição do gás de cozinha**"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilescola.uol.com.br/quimica/composicao-gas-cozinha.htm>>. Acesso em 21 de janeiro de 2017.

FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A.; GOUVEIA, M. S. F. **O ensino de ciências no primeiro grau**. São Paulo: Atual, 1986.

INFORMATIVO CAESB – Instruções para instalação do sistema separador de óleo e areia. Companhia de Saneamento do Distrito Federal, Seção de Fiscalização e Orientação ao Usuário/DVOM/SPTE/DRSE- SCS, ed. Caesb,Q. 4, Bl. A, nº 67/97, 4º andar, Brasília- DF. Fones: 3325-7251

JIRASRIPONGPUN, K. The characterization of oil-degrading microorganisms from lubricating oil contaminated (scale) soil. **Letter s in Applied Microbiology**, v. 35, pp. 296-300, 2002.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. **As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências**. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011.

LANA, C. R. de. **Química do automóvel 2**,

*educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/quimica-do-automovel-2-lubrificacao-reduz-o-desgaste-dos-motores.htm*.

LIMA, Joacy Batista de.; MACIEL, Adeilton Pereira. **Experimentos de Química com materiais alternativos para a educação básica**. São Luís: EDUFMA, 2011.

LISBOA, J. C. **Química, Coleção ser protagonista**. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2010.

MAIA, D.J.; GAZOTTI, W.A.; CANELA, M.C.; SIQUEIRA, A.E. **Chuva ácida: um experimento para introduzir conceitos de equilíbrio químico e acidez no ensino médio**. Química Nova na Escola, nº 21, p. 44 – 46, 2005.

MAPA- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO.  
Portaria nº 75/2015, de 16 de março de 2015.

MARCONDES, M. E. R. et al. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de Química em formação. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, 14(2), 281-298, 2009.

MARIANO, J. B. **Impactos Ambientais do Refino de Petróleo**. 2001. 279 f.  
Dissertação. (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético – Programa de Pós-Graduação em Engenharia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

MARTINS, I.P. Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativoportuguês. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2002.

MOREIRA, M.A M. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**, São Paulo, Moraes, 1982.

MORETTO, E. e FETT, R. **Tecnologia dos óleos e gorduras vegetais**. Rio de Janeiro: Varela, 1989.

MOYSES, L. **Aplicações de Vigotsky à educação matemática**. Campinas: Papyrus, 1997.

PACHECO, M.; SANTOS, M.A. Biotransformation, endocrine, and genetic responses of *Anguilla Anguilla* L. to petroleum distillate products and environmentally contaminated waters. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 49, pp. 64-75, 2001.

PINHEIRO, N. A. M., SILVEIRA, R. M. C. F. & BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, Bauru, 13(1), 71-84, 2007.

POTTER, T.L; SIMMONS, K.E. **Compositions of Petroleum Mixture**. v.2, Amherst Scientific Publishers, Massachusetts, pp. 1-8, 1998.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 273, de 29 de Novembro de 2000. [Resolução nº 362/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente](#).

RISER-ROBERTS, E. **Bioremediation of Petroleum Contaminated Sites**. C.K. Smoley, Florida, p.28, 1992.

RODRIGUES, C. L.; AMARAL, M. B. **Problematizando o óbvio: ensinar a partir da realidade do aluno**. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓSGRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 19., Caxambu, 1996. **Anais...** Caxambu: Anped, 1996. p. 197.

SANTA MARIA, L. C.; AMORIM, M. C. V.; AGUIAR, M. R. M. P. de; MENDONÇA SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, (1), número especial, 1-12, 2007)..

SANTOS, Z. A.; GOMES, P. S. C. B.; BALTHAZAR, R. G. **Petróleo: Um tema para o ensino de química**. *Química Nova na Escola*. Rio de Janeiro, n. 15, p. 19-23, mai. 2002.

SHELL, **Riscos apresentados pela utilização de celulares em postos revendedores de combustíveis**, Shell do Brasil S/A.  
<http://www.shell.com.br/> acessado em 01/01/2017.

SMITH, J.D; COKER, D.T.; GILKS, J.M.L.; IOBBI, F.; SENGERS, H.P.M.; SHORT, D.W.E.; SIMPSON, B.J.; WÖLKE, W. Health aspects of lubricants. **Concawe Report**, nº 1/83, 1983.

[SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. G. Química orgânica.](#) 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

SUAREZ, P.A.Z.; e MENEGHETTI, S.M.P. 70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil. *Química Nova*, v. 30, p. 2068-2071, 2007.

VIEIRA, V. BIANCONI, M.L; DIAS, M. **Espaços não formais de ensino e o currículo de Ciências**2005. Disponível no site: [lapeffs.googlepages.com/F758\\_p\\_21 a 23\\_ Espaçosnaoformaisdeens.pdf](http://lapeffs.googlepages.com/F758_p_21_a_23_Espaçosnaoformaisdeens.pdf).

VON LINSINGEN, I. Perspectiva Educacional CTS: Aspectos de um Campo em Consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, (1), número especial, 1-19, 2007.

WATTS, R.J.; HALLER, D.R.; JONES, A.P. e TEEL, A.L. A foundation for the risk-based treatment of gasoline-contaminated soils using modified Fenton's reactions. **Journal of Hazardous Materials**, v. B76, pp. 73-89, 2000.

WIECHETECK, G. A., **Eletricidade estática**, Apontamentos de aula, <http://fueb.ue.org.br>, acessado em 01/01/2017.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

## APÊNDICE



**POSTO DE COMBUSTÍVEIS: UM TEMA PARA CONTEXTUALIZAÇÃO NO  
ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

**Pablo Cleyton Coelho de Sá**

**Gilza Maria Piedade Prazeres**

**(Orientadora)**

São Luis

2017

## 1. INTRODUÇÃO

Combustíveis são materiais que emitem calor ao reagirem com o oxigênio, num processo denominado combustão. Esta propriedade permite que uma quantidade de massa de um combustível desempenhe o papel de reservatório de energia, capaz de armazená-la em sua estrutura química até o momento de ser usada. A principal fonte de combustíveis atualmente é o petróleo.

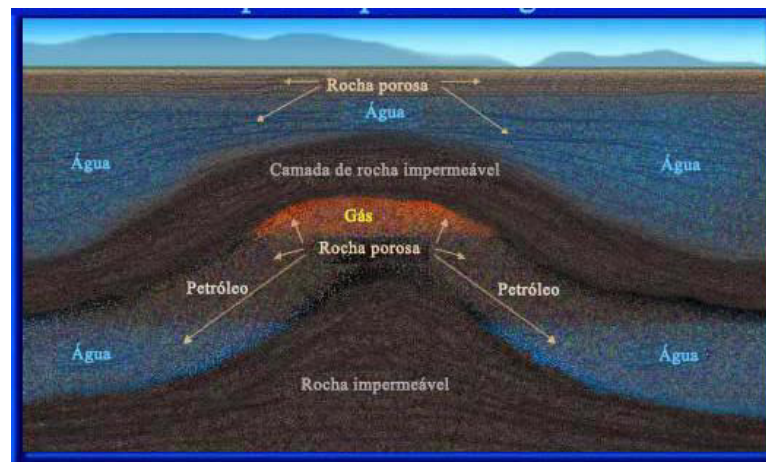
## 2. PETRÓLEO

O petróleo é uma mistura complexa de compostos orgânicos e inorgânicos, no qual predominam os hidrocarbonetos, além de quantidades menores de enxofre, nitrogênio, oxigênio e metais (MARIANO, 2001). Estima-se que petróleo tenha se originado a partir de restos de animais e vegetais mortos que se depositaram no fundo de lagos e mares e, lentamente, foram cobertos por sedimentos ao longo de milhares de anos. Mais tarde, esses sedimentos se transformaram em rochas sedimentares (calcário e arenito). As altas pressões e temperaturas exercidas sobre essa matéria orgânica causaram reações químicas complexas que originaram o petróleo (LISBOA, 2010).

Na natureza petróleo não forma uma camada única na crosta da Terra. Ao contrário fica retido no interior de rochas que contêm grandes espaços vazios, ou poros. Essas rochas são usualmente chamadas de rochas reservatório ou jazidas. Nesses reservatórios, o petróleo geralmente está associado com o gás natural (Figura 1). Para ser utilizado pelo homem, é necessário extrair o petróleo das jazidas. A moderna tecnologia desenvolvida pelo homem permite que consiga extraí-lo do interior das rochas.

O petróleo é conhecido e utilizado pela humanidade desde épocas bem remotas e, longo do tempo, recebeu várias designações como: betume, azeite, asfalto, lama, óleo de rocha. Milênios antes de Cristo, o petróleo era transportado, vendido e procurado como útil e precioso produto comercial. No Egito o óleo era utilizado na iluminação noturna, para a impermeabilização das moradias, para a construção das pirâmides, e até mesmo no embalsamento de múmias.

Figura 1. Representação de um reservatório de petróleo e gás



No século XIX, no EUA, o petróleo passou a integrar a indústria moderna, graças à iniciativa do americano Edwin Drake, que, após várias tentativas de perfuração, encontrou petróleo.

No seu estado bruto, o petróleo tem poucas aplicações, servindo quase que somente como óleo combustível. Para que o potencial energético do petróleo seja explorado ao máximo, assim como sua utilização como matérias-primas, ele deve ser submetido a uma série de processos, com o objetivo de se transformar em diversos derivados.

## 2.1 Refino do petróleo

O refino do petróleo consiste em uma série de beneficiamentos pelos quais passa o mineral bruto, para a obtenção de derivados que são produtos de grande interesse comercial. Esses beneficiamentos envolvem etapas físicas e químicas de separação, que originam as grandes frações de destilação. Estas frações são então processadas através de outra série de etapas de separação e conversão que fornecem os derivados finais do petróleo. Refinar petróleo é, portanto, separar as frações desejadas, processá-las e lhes dar acabamento, de modo a se obterem produtos vendáveis.

Além da complexidade de sua composição, não existem petróleos iguais. Os vários petróleos não têm a mesma composição; alguns são mais ricos em compostos acíclicos, outros em compostos cíclicos, outros em compostos

aromáticos. As diferenças de composição vão influenciar, de forma decisiva, na qualidade de suas frações e no rendimento delas. Considerando essas diferenças, o petróleo deve ser usado com o objetivo de gerar a maior quantidade possível de produtos de maior qualidade e valor comercial incluindo o menor custo operacional.

De acordo com as características de cada petróleo, diferentes métodos de refino podem ser empregados, e dessa forma é claro que nem todos os produtos podem ser obtidos a partir de qualquer tipo de petróleo. Por estas razões as refinarias podem ser muito diferentes na realização do seu complexo sistema de operações múltiplas. Também não existe uma técnica única de refino que seja aplicável a qualquer tipo de óleo bruto.

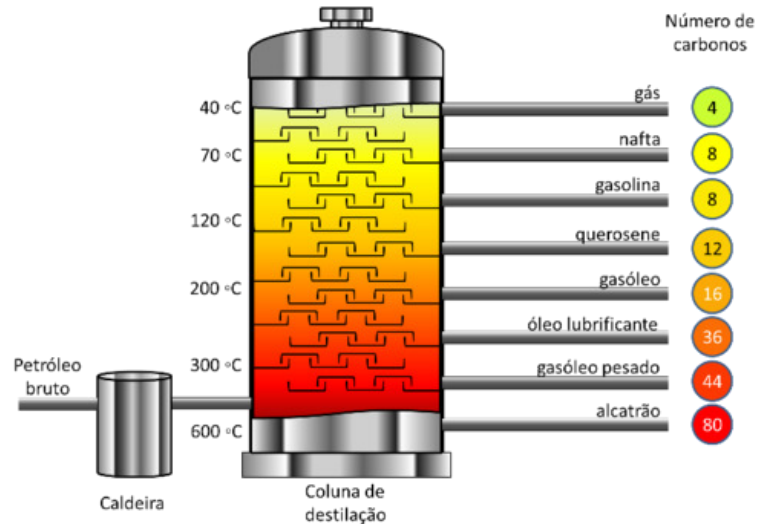
O processo mais utilizado na separação das frações de petróleo é a destilação fracionada. A destilação é um processo físico de separação, baseado na diferença de temperaturas de ebulição entre compostos coexistentes numa mistura líquida. Essa separação envolve a vaporização de um líquido por aquecimento, seguida da condensação do seu vapor.

Destilação fracionada é a separação dos componentes de uma mistura líquida por sucessivas vaporizações e condensações. A utilização de variados estágios de condensação e vaporização resulta na obtenção de frações intermediárias. Na destilação fracionada, quanto maior é o número de estágios empregados, maior será o grau de pureza e, quanto mais condensado retorna melhor será o seu grau de pureza.

O petróleo é constituído principalmente por uma mistura de compostos formados por átomos de Carbono e Hidrogênio - os hidrocarbonetos. As temperaturas de ebulição de hidrocarbonetos aumentam com o crescimento de suas massas molares. Desta forma, variando-se as condições de aquecimento de um petróleo, é possível vaporizar os compostos leves, intermediários e pesados, que ao se condensarem, podem ser fracionados (Figura 2). Na destilação do petróleo não são modificadas as propriedades físicas das frações.

Após o refino, as diferentes frações do petróleo são destinadas para unidades de processamento específicas para que recebam a finalização necessária para comercialização.

Figura 2. Esquema de uma coluna de fracionamento de petróleo



O petróleo é um dos recursos naturais dos quais a nossa sociedade é bastante dependente. A fonte de energia mais utilizada na nossa sociedade é a queima de derivados do petróleo. A maior parte dos veículos de passageiros e cargas é movida pela queima de derivados de petróleo. Outros derivados de petróleo são transformados em produtos como plásticos, tecidos sintéticos, tintas entre outros.

### 3. POSTOS DE COMBUSTÍVEIS

De acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 273/00, Posto Revendedor de Combustíveis (PRC) é a instalação onde se exerce a atividade de revenda varejista de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível e outros combustíveis automotivos que dispõem de equipamentos e sistemas para armazenamento de combustíveis automotivos (tanques reservatórios) e equipamentos medidores (bombas). A Figura 3 mostra uma representação esquemática de um posto de revenda de combustíveis.

Figura 3. Representação esquemática de um posto de revenda de combustíveis



As atividades do revendedor varejista de combustíveis no Brasil estão sob a responsabilidade da Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP) que é uma autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia. A finalidade da ANP é promover a regulação, a contratação e a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo (ANP, 2004).

Um posto de revenda de combustíveis geralmente comercializa gás liquefeito de petróleo, gasolina, óleo diesel, etanol e óleos lubrificantes.

## **4. PRODUTOS COMERCIALIZADOS NOS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS**

### **4.1 Gás liquefeito de petróleo (GLP)**

O Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), ou gás de cozinha, consiste numa mistura gasosa dos hidrocarbonetos propano e butano e é utilizado como combustível nos fogões de cozinha ou em motores de automóveis. O GLP é obtido do gás natural presente nas reservas do sub-solo, ou do processo de refino do petróleo cru nas refinarias. Na Tabela 1 estão mostradas algumas características do propano e do butano.

Na natureza propano e do butano são encontrados no estado gasoso, mas podem ser liquefeitos quando submetidos a pressões menores que 10 atmosferas.

Assim, o GLP é obtido quando esses gases são submetidos a pressões de 6 a 8 atmosferas (6 a 8 kgf/cm<sup>2</sup>) e armazenado em botijões ou tanques de aço. Para a armazenagem são utilizados recipientes fabricados em aço de várias capacidades volumétricas e formas. Na construção desses recipientes utilizam-se materiais com capacidade mecânica para aguentarem pressões de até 17 kgf/cm<sup>2</sup>, por dois principais motivos: segurança com relação a eventuais possibilidades de rompimento (manuseio inadequado ou excesso de pressão no enchimento) e facilitação da vaporização do produto que é essencial para a sua utilização.

Tabela 1. Características do propano e do butano.

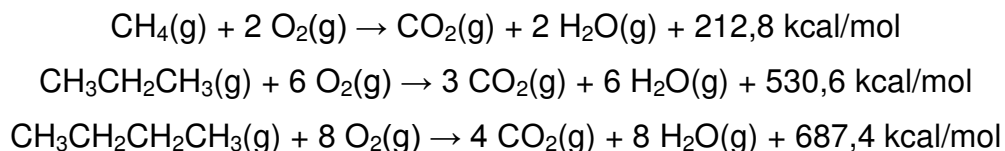
	<b>Propano</b>	<b>Butano</b>
Número de Carbono	3	4
Fórmula molecular	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
Fórmula estrutural	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
Temperatura de ebulição	- 42	- 0,5
Cor	Incolor	Incolor
Cheiro	Inodoro	Inodoro

Todos os recipientes que contém GLP são cheios até 85% de sua máxima capacidade. Os outros 15% de espaço livre é utilizado na vaporização do produto que ocorre com a troca de calor entre a parede do recipiente e o GLP armazenado na forma líquida - vaporização natural. Quanto maior a temperatura externa do recipiente maior a velocidade de vaporização do GLP.

O GLP em estado líquido começa a se transformar em vapor à medida que os aparelhos a gás são utilizados. A principal utilização do GLP é como fonte de aquecimento. Para que o GLP forneça calor é necessário que seja queima, isto é, que sofra uma reação de combustão.

A combustão é uma reação química na qual ocorre a queima de um determinado material (combustível), na presença de um comburente, com liberação de calor e/ou luz. Na maioria dos casos o oxigênio é utilizado como comburente

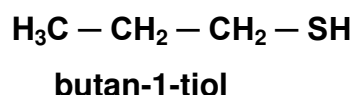
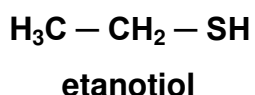
(LISBOA, 2000). O **combustível** é o reagente que sofre **oxidação** e o **comburente** é o reagente que sofre **redução**. De forma geral, a combustão de qualquer hidrocarboneto leva à produção de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e água. A seguir são mostradas as reações de combustão do metano, propano e butano.



A diferença entre a energia absorvida para a quebra de ligações dos reagentes e a energia liberada na formação dos produtos numa reação de combustão é liberada na forma de calor. A liberação de calor indica que essa é uma reação exotérmica, na qual a variação de entalpia ( $\Delta H$ ) é negativa. O calor liberado na combustão do propano e butano é utilizado para aquecimento de alimentos durante o cozimento.

O GLP não é corrosivo, poluente e nem tóxico, mas se inalado em grande quantidade produz efeito anestésico e também provoca asfixia, pois empurra o gás respirável do ambiente em que se encontra.

O cheiro característico que é sentido quando há um vazamento de gás é devido à adição de compostos sulfurados ou tiocompostos, também chamados de mercaptanas, que são adicionados ao GLP, ainda nas refinarias, por motivo de segurança. Os tiocompostos tem o cheiro extremamente desagradável e mesmo em baixas concentrações podem ser detectadas rapidamente pelo consumidor evitando assim grandes acidentes. Os tióis mais utilizados são etanotiol, butan-1-tiol.





## 4.2 Gasolina

A gasolina é um dos produtos do refino do petróleo composto por de hidrocarbonetos cujas cadeias que variam entre C<sub>5</sub> a C<sub>12</sub> (RISER-ROBERTS 1992). Contém elevadas concentrações de aromáticos e alcanos ramificados; baixas concentrações de n-alcanos, alcenos, cicloalcanos e naftalenos; além de concentrações muito reduzidas de policíclicos aromáticos (POTTER& SIMMONS, 1998). É obtida por destilação fracionada em uma faixa de ponto de ebulição que varia entre 23° a 204° C.

Semelhante ao GLP a gasolina é queimada para produzir a energia que movimenta os diversos veículos. O principal produto da combustão da gasolina é o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), mas os gases que saem do escapamento do automóvel contêm outras substâncias. Os poluentes mais comuns gerados pelo escapamento de um carro incluem:

- óxidos de nitrogênio (NOx) - o nitrogênio e o oxigênio no ar se combinam de várias maneiras;
- monóxido de carbono (CO) - produto típico dos motores de combustão interna, é formado porque a combustão é incompleta. Não há oxigênio suficiente disponível para reagir rápida e completamente com todo o carbono disponível;
- hidrocarbonetos não queimados (HC) - nem todos os hidrocarbonetos são consumidos durante a reação, porque a fase de combustão é muito rápida.

Estes gases se acumulam na atmosfera. Para reduzir estas emissões os escapamentos dos automóveis estão adaptados com catalisadores cuja função é transformar os gases de escape em substâncias não poluentes.

A ação dos catalisadores não é totalmente eficiente eo setor de transporte responde por cerca de 20% das emissões globais de CO<sub>2</sub> que é um dos principais gases causador do efeito estufa, sem considerar a emissão de outros gases também nocivos ao meio ambiente. No Brasil, segundo informações do Ministério da Ciência e Tecnologia, o setor de transporte responde por cerca de 9% das emissões totais de CO<sub>2</sub>.

Em vários países o etanol é adicionado à gasolina com o objetivo de aumentar o número da octanagem do combustível, de diminuir a emissão de gases de efeito estufa, e a diminuir os custos com a importação de petróleo.

No Brasil, o etanol é adicionado à gasolina desde os anos 80 e a partir de março de 2015, vigora no país a adição obrigatória de 27% de etanol anidro à gasolina, conforme portaria MAPA N° 75/2015.

### 4.3 Óleo Diesel

O óleo diesel é composto principalmente por hidrocarbonetos de cadeias simples não ramificadas compreendidas na faixa de C<sub>10</sub>-C<sub>19</sub>. Na composição do óleo diesel também estão presentes baixas concentrações de alcanos ramificados, cicloalcanos, monoaromáticos, naftalenos, compostos aromáticos policíclicos e aditivos (POTTER& SIMMONS, 1998). As diferenças mais importantes entre a gasolina e o diesel são os tamanhos das cadeias, o peso molecular e a pressão de vapor, além da menor quantidade de hidrocarbonetos aromáticos (FERREIRA& ZUQUETTE, 1998).

O teor de enxofre das frações do petróleo aumenta com o aumento do ponto de ebulição do derivado de petróleo. Assim, o diesel combustível contém maior concentração deste elemento e de outros metais como vanádio e níquel, (BAIRD,2002). O óleo diesel automotivo S-500 é assim chamado por conter 500 mg/kg de enxofre e é utilizado pela frota de veículos a diesel fabricados antes de 1<sup>o</sup> de janeiro de 2012.

A combustão do enxofre presente no diesel gera dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) que, em contato com o vapor d'água da atmosfera, é convertido em ácido sulfúrico. A principal consequência da reação o aumento da acidez da chuva e a precipitação de chuvas ácidas (pH menor que 4). A chuva geralmente tem pH em torno de 5,5 ou seja, é levemente ácida e esse fato não causa danos aos seres vivos. A chuva é considerada ácida quando apresenta em um pH entre 2 e 5. Essa faixa de pH é muito ácida e pode causar degradação em construções obras de arte, estátuas e construções antigas que ficam expostas às intempéries, provocar desfolhamento de florestas e plantações, a afetar a saúde humana e de animais.

A maior parte do dióxido de enxofre presente na atmosfera é liberada pela queima de combustível dos automóveis e das indústrias. Para minimizar os problemas ambientais devido ao uso do diesel S500, a partir de 2012 o Brasil passou a produzir e comercializar o diesel S10, que contém o equivalente a um teor máximo de enxofre de 10 miligramas para cada 1.000.000 de miligramas do produto

(10 partes por milhão), é adequado para as novas tecnologias de controle de emissões dos novos motores a diesel fabricados a partir de 2012.

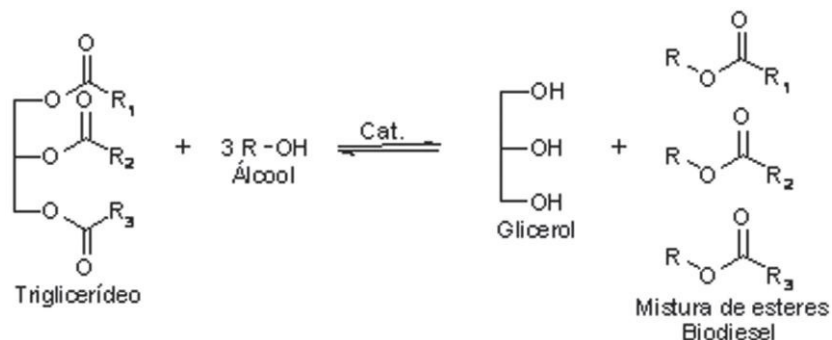
O diesel S10 possibilita a redução das emissões de material particulado em até 80% e de óxidos de nitrogênio de até 98%. Tem número de cetano 48 (medida de qualidade da combustão a diesel) e oferece aos veículos, mesmo os fabricados antes de 2012, uma melhor conservação do motor e redução dos custos de manutenção.

#### 4.3.1 Biodiesel

A queima de óleo diesel produz elevadas quantidades de gás carbônico, assim como monóxido de carbono e fuligem. Além desses gases, durante a combustão são produzidos compostos de enxofre que estão envolvidos na formação de chuvas ácidas.

Uma alternativa renovável para substituir o óleo diesel é o biodiesel, obtido por meio de uma reação de transesterificação (Figura 4), durante a qual os triglicerídeos presentes no óleo vegetal são convertidos em um éster de menor massa molecular, semelhante ao óleo diesel (SUAREZ et al., 2007). Nessa reação, obtêm-se como subproduto a glicerina (glicerol), substância altamente hidratante utilizada em diversas indústrias, principalmente na produção de cosméticos.

Figura 4. Reação de transesterificação de triglicerídeos com um álcool



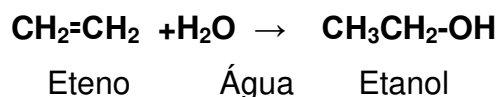
Os vegetais mais utilizados para obtenção de óleo no Brasil são mamona, soja, milho, amendoim, algodão, babaçu e palma. O biodiesel também pode ser obtido a partir de óleo de fritura e sebo bovino (SUAREZ et al., 2007).

#### 4.4 Etanol

O etanol é um álcool constituído por dois átomos de carbono cuja fórmula molecular é  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  e é um líquido incolor, volátil, inflamável, com cheiro característico, solubilidade infinita em água e solúvel em solventes orgânicos polares. Sua temperatura de ebulição é  $78^\circ\text{C}$  e sua temperatura de fusão é  $-114^\circ\text{C}$ .

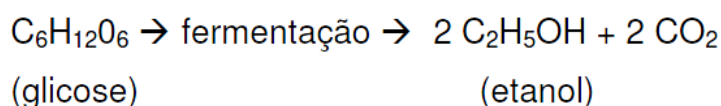
Diversos são os usos do etanol: 1) solvente na indústria de tintas, de perfumes, na indústria farmacêutica; 2) desinfetante; 3) é a substância de partida em muitas reações produção de muitos produtos químicos importantes como acetaldeído, ácido acético, éter e o butadieno (borracha sintética); e 4) biocombustível alternativo aos combustíveis fósseis.

Em geral, o etanol é obtido através de duas formas: por síntese química e por via biológica ou fermentação. A síntese química mais utilizada pela indústria é a reação de adição de água ao hidrocarboneto eteno. A reação ocorre em meio ácido e é utilizada para a produção anual de trezentas mil toneladas de etanol somente nos Estados Unidos.



A via biológica ou fermentação é o método de síntese do etanol mais comum. No processo biológico são utilizadas matérias primas que em sua constituição possuem alto conteúdo de açúcar ou de substâncias que podem ser e convertidas em açúcares, como o amido ou a celulose.

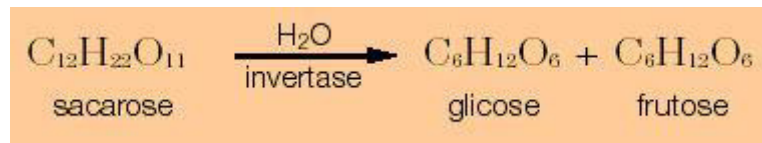
A fermentação da glicose pode ser representada pela reação



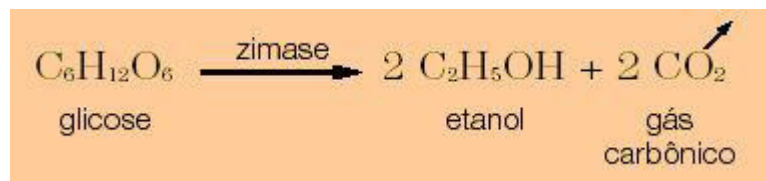
No Brasil, o etanol é produzido principalmente através da fermentação da cana-de-açúcar (processo em que as moléculas de açúcar da cana são transformadas, com a

ação de fermentos de leveduras, em álcool e gás carbônico), mas pode ser obtido através de outros vegetais, como o milho e beterraba, ou em processos químicos controlados em laboratório.

A fermentação alcoólica produz álcool etílico e é anaeróbica, dispensa a presença de oxigênio. Na produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, o lêvedo de cerveja, *Saccharomyces cerevisiae*, elabora a enzima invertase, que transforma a sacarose em glicose e frutose.



Em seguida, outra enzima, a *zimase*, transforma os produtos formados em etanol.



Numa usina de álcool, para cada tonelada de cana, obtêm-se 70 L de álcool, 900 L de vinhoto e 200 kg de bagaço. O vinhoto pode ser aproveitado na produção de energia (biogás) ou como adubo na lavoura. O bagaço pode ser utilizado como combustível nas usinas ou na alimentação do gado. O produto principal obtido contém de 90% a 96% de álcool. Essa última porcentagem corresponde à mistura azeotrópica que tem ponto de ebulição constante 78,2 °C, sendo conhecido como álcool 96° GL (96% de álcool e 4% de água, em volume) (COVRE, 2000).

Nos postos de combustíveis, o etanol é vendido como etanol comum, ou apenas etanol. Esse é o mesmo tipo de álcool utilizado na produção de bebidas, alimentos, cosméticos, aromatizantes, produtos de limpeza, remédios, vacinas, entre outros produtos, mudando nesse caso o processo de pós-fabricação.

O processo de fabricação do etanol anidro é o mesmo do etanol hidratado, com a diferença que depois da fermentação ocorre sua desidratação (retirada da água utilizando a destilação).

Do ponto de vista econômico, o preço do etanol é sempre menor que o da gasolina porque o mesmo é produzido nacionalmente e tem baixo custo. Nos períodos de entressafra da cana-de-açúcar, intervalo em que o produto não é colhido, o que acontece no verão e meses próximos, o etanol fica mais caro, pois a oferta do produto é menor.

Em todo o ciclo do combustível o etanol lança menos CO<sub>2</sub> à atmosfera pelo fato dele ser extraído da cana-de-açúcar. Durante a fotossíntese, as plantas absorvem o gás carbônico da atmosfera, acarretando que quase todo gás seja absorvido.

#### **4.5 Os óleos lubrificantes**

Os lubrificantes são substâncias cuja função principal é a redução do atrito entre superfícies em movimento. Também podem servir a propósitos secundários, sendo os mais comuns a remoção e transferência de calor, remoção de resíduos e contaminantes, proteção das superfícies contra corrosão e oxidação e como meio dielétrico (EYRES, 1987). Os lubrificantes evitam o desgaste substituindo o atrito seco pelo viscoso, que ocorre entre as camadas de um fluido, interposto entre duas superfícies em movimento.

A viscosidade é a principal característica de um lubrificante e pode ser definida como a propriedade dos fluidos que corresponde ao transporte microscópico de quantidade de movimento por difusão molecular. Ou seja, quanto maior a viscosidade, menor a velocidade em que o fluido se movimenta (LANA, 2007).

Há dois tipos de óleos lubrificantes básicos, que são classificados de acordo com sua origem (EYRES, 1987):

*-Óleos lubrificantes básicos minerais:* são produzidos diretamente a partir do refino de petróleo. Muito mais baratos que os sintéticos, mais versáteis, mais facilmente “recicláveis”, são a melhor opção para alguns tipos de aplicação. Considerados uma matéria-prima nobre, representam apenas uma pequena fração do petróleo.

*-Óleos lubrificantes básicos sintéticos:* são produzidos através de reações químicas, a partir de produtos geralmente extraídos do petróleo. Têm como vantagens sobre os básicos minerais, maior estabilidade térmica e à oxidação, melhores propriedades a baixas temperaturas e menor volatilidade.

Automóveis, ônibus, caminhões, motocicletas, barcos, trens, aviões, além de um grande número de máquinas motorizadas, como colheitadeiras, tratores e motosserras, destinados e adaptados aos mais diversos fins, precisam, de tempos em tempos, terem o óleo de seus motores trocados para continuarem a serem úteis para suas respectivas finalidades.

#### 4.5.1 Descarte do óleo combustível

Com o tempo, o óleo perde suas propriedades ótimas, não servindo mais para a finalidade pela qual foi elaborado, seja pelo seu uso normal ou consequência de problemas ou acidentes, restando então a alternativa da troca. Ocorre que, após seu uso, torna-se um resíduo perigoso, chamado como óleo lubrificante usado ou contaminado.

Apesar de ser um resíduo usado e sem utilidade, não deve ser considerado como rejeito. Apesar de ser totalmente tóxico, ele pode ser reutilizado, pois contém ainda cerca de 80% a 85% do óleo lubrificante básico, que é extraído após vários processos chamados "rerrefino".

Isso é muito mais econômico para o produtor do óleo, pois evita todo o processo de extração a partir do petróleo e sua consequente importação. Mas o mais importante é que, por ter uma destinação correta, evita impactos sérios para nossa saúde e todo o meio ambiente.

A Resolução nº 362/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA trata o rerrefino como destino obrigatório dos óleos lubrificantes usados ou contaminados e garante a todo consumidor o direito de exigir do revendedor do qual comprou o óleo lubrificante que este efetue gratuitamente a troca do óleo, em instalações adequadas e licenciadas pelo órgão ambiental competente.

A legislação (Resolução CONAMA nº 362/2005 art. 17) atribui ao revendedor um papel de ligação entre geradores de óleo contaminado (consumidores) e coletores. Quem vende óleo lubrificante ou apenas efetua a troca do mesmo deve ter sempre em mente que sua missão principal é recolher com segurança esse resíduo, retirando-o do motor ou equipamento e armazenando-o em local apropriado, seguro contra vazamentos, mistura com outras substâncias, e elementos que possam causar incêndios e quaisquer acidentes, para entregá-lo ao coletor autorizado pela ANP.

## 5. ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS

Segundo Zabala (1998), sequência didática é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.

Uma sequência didática baseada no tema Posto de Combustíveis pode ser utilizada para introduzir e aprofundar o estudo das funções orgânicas em uma turma da 3º ano do ensino médio. Nessa proposta, o foco principal não é o conteúdo da disciplina Química, mas é instrumentalizar o estudante para posicionar-se de forma autônoma frente a questões sociais que poderá se defrontar. A sequência é constituída por vários momentos:

- 1 – Apresentação do tema.
- 2- Petróleo: a matéria-prima para a produção de combustíveis.
- 3- Combustíveis para mover o mundo.

Em todos os momentos da sequência deve ser enfatizada a preocupação ambiental relacionada com a petroquímica. A seguir são apresentadas estratégias didáticas para trabalhar cada um dos momentos.

A **Apresentação do tema** pode ocorrer através de uma conversa sobre o uso de combustíveis. Os alunos devem ser informados sobre a duração da sequência e devem responder algumas perguntas desafiadoras capazes de fornecer informações sobre suas opiniões e sobre seus saberes populares e conhecimentos científicos prévios. Perguntas sugeridas são:

- a) O que existe em comum entre o gás de cozinha, a gasolina e uma vela?
- b) Postos de combustível são prejudiciais ao ambiente?
- c) Onde está a energia que permite que os automóveis se movimentem?

O **segundo momento** - Petróleo: a matéria prima para a produção de combustíveis - enfoca a origem e formação do petróleo e sua extração. A estratégia sugerida é a apresentação de um vídeo curto sobre o assunto. Em seguida, o professor direciona uma discussão sobre o vídeo apresentado. Como tarefa, os



alunos devem realizar um trabalho multidisciplinar que enfoque: o processo de formação do petróleo, área produtoras, conflitos que ocorrem em áreas produtoras; os desenvolvimentos tecnológicos que permitem a extração de petróleo no mar.

O **terceiro momento** da sequência didática é “Combustíveis para mover o mundo” e apresenta o refino do petróleo como processo para produção de combustíveis. É importante enfatizar que evolução da tecnologia de extração e refino do petróleo permite o desenvolvimento da indústria petroquímica.

Nessa etapa, uma aula expositiva sobre o átomo de carbono e as cadeias carbônicas pode ser utilizada para apresentar aos estudantes as estruturas químicas das diferentes substâncias presentes no petróleo. Os estudantes devem ser guiados a perceber as semelhanças entre as estruturas das substâncias e, só então, devem ser informados que as substâncias pertencem a um grupo denominado alcanos. A seguir, podem ser discutida a função alcanos, sua estrutura e nomenclatura.

A turma deve ser incentivada a construir modelos moleculares de cadeias de alcanos utilizando materiais alternativos. Uma sugestão é utilizar tampas de frascos PET de refrigerantes e canudinhos descartáveis. Átomos iguais devem ser representados por tampas da mesma cor e as ligações podem ser representadas por pedaços de canudinhos.

Uma estratégia para facilitar a compreensão do processo de refino é realizar um experimento de destilação simples para separar os constituintes de uma mistura de líquidos. Um exemplo de mistura que pode ser separada é um vinho tinto que inicialmente separa o etanol, posteriormente separa a água e retêm no recipiente de destilação os outros constituintes que dão a cor do vinho.

O **quarto momento** da sequência é o aprofundamento do estudo sobre os hidrocarbonetos. São estudados os componentes dos combustíveis comercializados num PRC brasileiro. Nessa etapa é desejável que os estudantes tenham alguns **conhecimentos científicos prévios**.

Para estudar o **Gás Liquefeito de Petróleo, Gasolina e Óleo Diesel** são desejáveis **conhecimentos científicos prévios** sobre: estados de agregação da matéria; estudo dos gases: teoria cinética dos gases e transformações gasosas;

tipos de misturas; Acidez e pH. É importante uma breve revisão sobre cada um destes conhecimentos quando for necessário.

Os **conceitos químicos que podem ser trabalhados** são: Hidrocarbonetos e Reação de combustão.

Nesse tópico devem ser apresentadas as estruturas moleculares dos diferentes constituintes da **gasolina** e do **óleo diesel**. O professor pode discutir a diferenças estruturais entre hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos.

É importante ressaltar que a gasolina no Brasil é adicionada de etanol e o papel do etanol na redução da poluição ambiental. A realização do experimento *Determinação do teor de etanol na gasolina*(Lima & Maciel, 2011) pode atrair a atenção dos estudantes para a discussão.

Para uma melhor compreensão da diferença entre os diferentes tipos de óleo diesel pode-se explorar conhecimentos prévios dos alunos sobre concentração de soluções (relações entre a quantidade de soluto e a quantidade de solvente em uma mistura homogênea). Em seguida, dirigir a discussão para soluções com concentrações muito baixas de um dos componentes.

As unidades **partes por milhão (ppm) e partes do bilhão (ppb)** são utilizadas para concentrações muito pequenas, dando oportunidades para as relações entre massas (m/m). Caso o material seja utilizado no segundo ano do ensino médio, os professores poderão utiliza-los como ponto de partida para explicação do conteúdo.

Enfatiza-se dessa forma a necessidade de articulação do conhecimento de química com a matemática. Posteriormente, é fundamental que seja enfatizado aos números que essa concentração representa: a redução da concentração de enxofre no óleo diesel de 500 ppm para 10 ppm representa uma diminuição de quase 80% na quantidade de enxofre liberada para o meio ambiente que muito representa à preservação e qualidade de vida do ser humano nesse contexto abordado.

Uma estratégia que pode ser utilizada para demonstrar como o enxofre contribui para a precipitação de chuvas ácidas é a realização de um experimento com materiais alternativos que simula da produção de chuva ácida (Lima & Maciel, 2011).

## 6. EXPERIMENTOS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS

### Experimento 1 - Teor de etanol na gasolina

#### 1. Objetivo

Estimar o teor de álcool na gasolina utilizando materiais alternativos

#### 2. Materiais e reagentes utilizados:

- duas mamadeiras de 250 ml
- gasolina comum
- sal de cozinha
- colher descartável

#### 3. Procedimento experimental:

- Em uma mamadeira preparar uma solução de NaCl (1 colher de sopa de sal de cozinha + água suficiente para completar 100 ml de solução);
- Em outra mamadeira colocar 100 ml de gasolina;
- Misturar lentamente a solução salina com a gasolina, fechar a mamadeira utilizando o lacre de borracha e a tampa interna. Agitar bem o sistema e em seguida deixar em repouso até os líquidos fiquem separados;
- Anotar o volume final na mamadeira.
- Calcular o volume de etanol na gasolina subtraindo o novo volume ocupado pela gasolina (V) do volume inicial (100 ml) antes da mistura;
- o teor de álcool na gasolina em porcentagem (%) é calculado dividindo o volume de álcool na gasolina pelo volume inicial antes da mistura multiplicado por 100.

#### Observações:

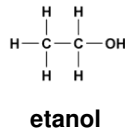
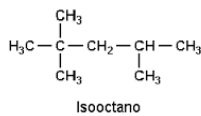
- A gasolina não deve ser armazenada na mamadeira, mas num recipiente de PET e por um período curto.
- Para os volumes utilizados nesse experimento (100mL), o teor de álcool na gasolina é calculado como sendo numericamente igual ao volume de álcool na gasolina (100-V).

## Questionário

Com base na figura abaixo, no experimento e nas aulas de forças intermoleculares proponha uma análise e uma discussão dos seguintes itens:

- 1) Quais os volumes finais da fase aquosa e da fase de gasolina
- 2) O que você pode deduzir sobre as forças de associação atuantes entre as moléculas das substâncias envolvidas?
- 3) Sabendo que água é formada por moléculas polares, que estabelecem entre si ligações de hidrogênio, o que se pode concluir a respeito das moléculas que constituem o etanol e das que constituem as substâncias presentes na gasolina?
- 4) Qual o teor de etanol na gasolina testada?

### Fórmula estrutural do isooctano, do etanol e da água

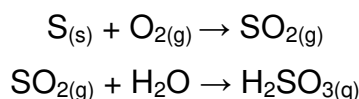


## Experimento 2 – Chuva ácida

### 1. Introdução

A chuva ácida é um fenômeno causado pela poluição da atmosfera, com a queima de combustíveis fósseis, provocada pela emissão de óxidos de enxofre ( $\text{SO}_2$  e  $\text{SO}_3$ ) e de nitrogênio ( $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ , e  $\text{NO}_2$ ) formando ácidos fortes, aumentando a acidez da água da chuva. A chuva ácida pode causar muitos problemas para as plantas, animais, solo, água, construções e também às pessoas (MAIA e GAZOTTI, 2003).

Reações do enxofre envolvido no processo:



### 2. Objetivos

### 3. Materiais e Reagentes:

Frasco de vidro grande

Colher de cabo longo

Copo ou frasco de vidro

Pires ou cuba plástica

Isqueiro ou fósforo

Repolho roxo

Enxofre

Cola durepoxi<sup>®</sup>

Alicate

Bicarbonato de sódio

### Procedimento experimental

- Dobrar, com um alicate, a ponta e o final do cabo de colher e colar na tampa do frasco (é preferível realizar este procedimento antes da realização do experimento, para dar tempo da cola secar);

- Adicionar água no frasco e alguns mililitros de extrato de repolho roxo (indicador). Em seguida, adicionar algumas pitadinhas de bicarbonato de sódio até a solução adquirir uma coloração azul;
- Fechar a tampa do frasco e verificar se o volume da solução está um pouco abaixo da colher, caso esteja igual ou acima, derramar um pouco da solução até o volume ficar abaixo da colher;
- Enxugar a colher com um pano ou papel toalha e, em seguida, colocar um pouco de enxofre na colher ( $\frac{1}{2}$  colher);
- Queimar o enxofre utilizando um isqueiro ou fósforo e imediatamente fechar o frasco para não deixar escapar o gás tóxico,  $\text{SO}_2$ , produzido durante a queima do enxofre;
- Observar a nuvem de fumaça (smoke) e neblina (fog) abreviada por (smog) que se forma dentro do frasco;
- Após total combustão do enxofre e mantendo a tampa do frasco fechada, agite-o lentamente em movimentos circulares na horizontal (sem deslocar da mesa) para solubilização do gás produzido;
- Verificar a mudança de coloração da solução e estimar o pH da solução.

## REFERÊNCIAS

BAIRD, C. **Química Ambiental**, 2ª edição, Porto Alegre, RS: Bookman, pp. 274-279, 2002.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). Ocina Nacional: transporte e mudança climática. Brasília, 2009.

COVRE, G.J. **Química: o homem e a natureza**, 3 v. São Paulo : FTD, 2000.

EYRES, A.R; MOLYNEUX, M.K.B; PEARSON, J.W; SANDERSON, J.T; SIMPSON, B.J.; TORDOIR, W.F. Health aspects of lubricants. **Concawe Report**, nº 5/87, 1987.

FERREIRA, J.; ZUQUETTE, L.V. **Considerações sobre as interações entre contaminantes constituídos de hidrocarbonetos e os componentes dos meio físico**. In: *Geociências*, nº 2, v. 17, pp. 527 – 557, 1998.

FOGAÇA, J. R.V. "Exploração e extração do petróleo"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/exploracao-extracao-petroleo.htm>>. Acesso em 22 de janeiro de 2017.

LANA, C. R. de. **Química do automóvel 2**, *educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/quimica-do-automovel-2-lubrificacao-reduz-o-desgaste-dos-motores.htm*.

LIMA, Joacy Batista de.; MACIEL, Adeilton Pereira. **Experimentos de Química com materiais alternativos para a educação básica**. São Luís: EDUFMA, 2011.

LISBOA, J. C. **Química, Coleção ser protagonista**. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2010.

MARIANO, J. B. **Impactos Ambientais do Refino de Petróleo**. 2001. 279 f. Dissertação. (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético – Programa de Pós-Graduação em Engenharia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

POTTER, T.L; SIMMONS, K.E. **Compositions of Petroleum Mixture**. v.2, Amherst Scientific Publishers, Massachusetts, pp. 1-8, 1998.

RISER-ROBERTS, E. **Bioremediation of Petroleum Contaminated Sites**. C.K. Smoley, Florida, p.28, 1992.

SOUZA, Líria Alves de. "Gasolina"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/gasolina.htm>>. Acesso em 23 de janeiro de 2017.

SUAREZ, P.A.Z.; e MENEGHETTI, S.M.P. 70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil. *Química Nova*, v. 30, p. 2068-2071, 2007.



