

PATRICIA ELIANE FISCARELLI

**BIODIESEL NA ESCOLA: UMA FERRAMENTA EDUCACIONAL PARA O
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do
Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual
Paulista, para a obtenção do título de Doutor em
Engenharia Mecânica na área de Transmissão e
Conversão de Energia

Orientador: Prof. Dr. Janio Itiro Akamatsu

Co-orientador: Prof. Dr. Ossamu Hojo

Guaratinguetá

2010

Fiscarelli, Patrícia Eliane

F528 Biodiesel na escola: uma ferramenta educacional para o
b planejamento energético / Patrícia Eliane Fiscarelli. -
Guaratinguetá : [s.n.], 2010

175 f.: il.

Bibliografia: f. 131-140

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2010

Orientador: Prof. Dr. Jânio Itiro Akamatsu

Co-orientador: Prof. Dr. Ossamu Hojo

1. Desenvolvimento energético 2. Biodiesel I. Título

CDU 662.7

PATRICIA ELIANE FISCARELLI

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA”


PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: TRANSMISSÃO E CONVERSÃO DE ENERGIA

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO



Prof. Dr. Marcelo dos Santos Pereira
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. JANIO ITIRO AKAMATSU
Orientador / Unesp-Feg



Prof. Dr. GALENO JOSÉ DE SENA
Unesp-Feg



Prof. Dr. RUBENS ALVES DIAS
Unesp-Feg



Prof. Dr. LUIZ FERNANDO TIBALDI KURAHASI
Universidade Cidade de São Paulo



Prof. Dr. EDSON DA COSTA BORTONI
Universidade Federal de Itajubá

Agosto de 2010

DADOS CURRICULARES

PATRICIA ELIANE FISCARELLI

NASCIMENTO	22.08.1978 – ARARAQUARA / SP
FILIAÇÃO	Luiz Roberto Fiscarelli Mercedes Cavicchioni Fiscarelli
1998/2002	Curso de Graduação Licenciatura Plena em Química pelo Instituto de Química de Araraquara da Universidade Estadual Paulista.
2003/2004	Curso de Pós-Graduação em Ciências (Química Analítica), nível de Mestrado, no Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo.
2005/2010	Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Doutorado, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Luiz (*in memorian*) e Mercedes, e minha irmã Ana Gláucia.

Ao meu querido tio Silvio, pelo incentivo, paciência e orientação durante a realização deste trabalho.

A minha tia Rosi pela compreensão.

Ao meu orientador Professor Janio Itiro Akamatsu pela confiança, orientação e estímulo.

Ao meu co-orientador Professor Ossamu Hojo pela credibilidade, apoio, incentivo e amizade.

Ao Fabio Esteves pelo apoio e ajuda nos momentos de dificuldade.

As amigas Eliane e Tamara pela atenção, amizade, compreensão e incentivo.

Ao meu querido amigo Ivan Oishi pelos bons conselhos e companheirismo.

Ao Professor José Eduardo do CENPECQ pela ajuda na realização das análises.

Aos alunos de iniciação científica Thiago, Fernando e Liana do Instituto de Química de Araraquara pela contribuição no desenvolvimento das análises.

Ao CEETEPS pela oportunidade de desenvolvimento desse trabalho em um de seus cursos de atualização. Em especial a Professora Doroti Q. K. Toyohara por todo o acompanhamento, preocupação, incentivo e principalmente pela amizade.

A Pensalab Equipamentos Industriais S.A. pelo apoio e oferecimento de materiais e equipamentos para o desenvolvimento desse trabalho.

Aos membros da Banca de Qualificação, Prof. Dr. Galeno José de Sena e Prof. Dr. Rubens Alves Dias pelas contribuições e sugestões para o aprimoramento do trabalho.

FISCARELLI, P.E.. **Biodiesel na Escola: Uma ferramenta educacional para o Planejamento Energético**. 2010. 175 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2010.

RESUMO

A necessidade da redução da dependência de combustíveis fósseis, por questões econômicas, sociais e ambientais, tem incentivado não só o uso de fontes alternativas de energia, mas também o seu uso mais eficiente e equilibrado. Dentre as diversas abordagens que podem promover o uso mais eficiente da energia encontram-se as ações educacionais, que inseridas no currículo escolar, podem atuar como vetores para difusão de informações e formação de atitudes favoráveis ao consumo sustentável. No entanto, para inserir temas ligados à produção e ao consumo de energia em sala de aula, é importante a adoção de uma abordagem pedagógica que propicie contextualização do assunto nas disciplinas e no cotidiano do aluno. Os materiais didáticos são vistos como instrumentos capazes de proporcionar a melhoria da aprendizagem tornando-a mais adequada às novas exigências de uma sociedade em constante mudança, pois são capazes de contextualizar a aprendizagem possibilitando trazer elementos do cotidiano social para dentro da sala de aula. Considerando tais aspectos, essa pesquisa buscou conceber um conjunto de atividades e um *kit* didático para produção do biodiesel contendo materiais, metodologias e uma proposta de roteiro de atividades para o professor desenvolver os conteúdos de Química associando-os com a produção do biocombustível em questão. Além disso, o biodiesel, o seu processo de produção e a sua colocação na matriz energética nacional vem ao encontro a um contexto social amplo, que pode proporcionar discussões que adentram questões não somente ligadas a Química, mas também a assuntos relacionados à educação ambiental, ao uso racional de recursos energéticos, entre outros temas capazes de gerar situações educacionais que abordem e insiram a questão da eficiência energética dentro do cotidiano da sala de aula. A metodologia de trabalho foi testada com professores e alunos de três escolas na região do Vale do Paraíba e o *kit* didático foi testado por professores de Química do ensino médio em um curso de atualização

profissional. Para os alunos foi uma experiência que contribuiu significativamente para o aprendizado de química, meio ambiente e energia, além de contribuir para o desenvolvimento de habilidades de expressão e comunicação escrita e oral. Os professores participantes do curso de atualização afirmaram que de maneira geral a proposta do *kit* é adequada para trabalhar diversas áreas da Química. Com base nos resultados da pesquisa, foi elaborada uma cartilha com referenciais teóricos e metodologias para trabalhar o tema Biodiesel, utilizando materiais de laboratório e alternativos. Embora a cartilha ofereça as principais diretrizes para o desenvolvimento do experimento, ela permite que o professor tenha total liberdade para analisar quais assuntos e propostas melhor se adequam as necessidades de suas turmas, contribuindo assim, para a reflexão e assimilação do assunto a ser desenvolvido em sala de aula.

PALAVRAS CHAVES: Eficiência Energética, Educação Química, Material Didático e Biodiesel.

FISCARELLI, P.E.. **Biodiesel in the School: An educational tool for the Energy Planning.** 2010. 175 f. Thesis (Doctorate in Mechanical Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2010.

ABSTRACT

The need of reduction of the dependence of fossil fuels, for economic, social and environmental, not only has encouraged the use of alternative sources of energy, but also its most efficient and balanced use. Among the various approaches capable to promote the most efficient use of energy, are the educational activities, that introduced in the school curriculum can be used to information diffusion and foment the sustainable consumption. However, to insert issues related to production and consumption of energy in the classroom, it is important to use an educational approach able of promoting the contextualization of knowledge about energy associated with the subjects and the daily of the student. Didactic materials are considered as instruments able to improve the learning, making it more appropriate to the new demands of a society in constant change. One of the goals of the didactic materials is to contextualize the learning and to bring elements of the daily social inside of the classroom. In that way, that research sought to conceive a group of activities and a didactic kit for production of the biodiesel that was elaborated to supply materials, methodologies and a proposal of script of activities for the teacher to develop the contents of Chemistry associating it with the production of biofuel. Moreover, biodiesel, its production process and its role in national energy policies represents a wide social context, which can provide discussion related to chemistry, the to environmental education, to rational use of energy resources, among other topics they can create educational situations that lead the issue of energy efficiency into the classroom. The methodology was tested with teachers and students of 3 schools in the area of the Vale do Paraíba and the didactic kit was tested by teachers of the high school teaching training in the. For the students, to work with the biodiesel theme was an experience that contributed significantly to the learning of Chemistry and for the

development of expression abilities and written and oral communication. The trained teachers affirmed that in a general way, the kit proposal is adapted to work a diversified range of chemistry contents. Based in the results of the research, was elaborated a guide with theoretical referenciais, materials and methods to work with the biodiesel theme using of tradicional laboratory and alternative materials. Although the biodiesel guide offers the main guidelines for the development of the experiment, it allows the teacher to have total freedom to analyze which subjects and proposals presents in that guide can contribute for the reflection on the subject to be developed at classroom.

KEYWORDS: Energy Efficiency, Chemistry Education, Didactic Material, Biodiesel.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Diagrama esquemático dos processos de conversão energética de biomassa.	27
FIGURA 2. A) Oferta interna de energia no Brasil. B) Oferta de energia no mundo. ...	28
FIGURA 3. Reação de transesterificação de triacilglicerol com álcool primário produzindo glicerol e ésteres (biodiesel).....	70
FIGURA 4. Preparação do Metóxido/Etóxido.....	81
FIGURA 5. Adição do Metóxido/Etóxido.....	82
FIGURA 6. A) Biodiesel etanólico; B) Biodiesel metanólico	82
FIGURA 7. A) Produtos gerados da reação com etanol (Biodiesel + Glicerina); B) Produtos gerados da reação com metanol(Biodiesel + Glicerina).....	83
FIGURA 8. Demonstração das matérias-primas, óleos e oleaginosas para a produção do biodiesel.	95
FIGURA 9. Sabão produzido a partir de óleo residual de fritura recolhido na comunidade e informações necessárias para produção.....	96
FIGURA 10. Apresentação dos efeitos da poluição ambiental causada pelo descarte inadequado de óleo nos rios e o impacto causado ao ecossistema.	97
FIGURA 11. Maquete representando uma cidade com uma estação de tratamento de esgoto e os impactos causados pelo o descarte inadequado do óleo.	98
FIGURA 12. A) Finalização da montagem da maquete e ajustes da bomba que fornecia a água para o rio da cidade fictícia; B) Fonte de água limpa que percorria o rio da cidade fictícia.....	99
FIGURA 13. Apresentação das matérias-primas para produção do biodiesel	100
FIGURA 14. A) Apresentação do sabão produzido a partir do óleo residual recolhido; B) Simulação de uma pia onde o óleo de fritura é descartado ocorrendo nela a proliferação de pragas	101

FIGURA 15. A) Simulação da poluição causada pelo óleo nos rios e o impacto causado ao ecossistema; B) Apresentação sobre os males causados pelo excesso de fritura ao nosso organismo	102
FIGURA 16. Apresentação dos diversos tipos de óleo e oleaginosas utilizados na produção de biodiesel.....	102
FIGURA 17. Apresentação do sabão produzido pelos alunos da escola.	103
FIGURA 18. Os Professores recebendo informações sobre o procedimento para o desenvolvimento do <i>kit</i> didático.	105
FIGURA 19. Os professores preparando os reagentes para realizar o experimento com o <i>kit</i> didático.	106
FIGURA 20. Diversas etapas da preparação e utilização do <i>kit</i> didático elaborado a partir de materiais alternativos.....	110
FIGURA 21. Materiais usados na construção do <i>kit</i> didático (garrafa em pé).....	112
FIGURA 22. Materiais usados na construção do <i>kit</i> didático (garrafa invertida)	112

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Especificações do Biodiesel.....	72
TABELA 2. Comparação entre as metodologias testadas.....	79
TABELA 3. Conversão de medidas volumétricas e gravimétricas para medidas padrões comuns.....	111
TABELA 4. Rendimento do Biodiesel produzido via rota metílica a partir de óleo usado.....	117
TABELA 5. Rendimento do Biodiesel produzido via rota etílica a partir de óleo usado.....	117
TABELA 6. Resultados das amostras de biodiesel metílico B100 e B2.....	118
TABELA 7. Resultados das amostras de biodiesel etílico B100 e B2.....	120

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABESCO	-	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ABNT	-	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAPEC	-	Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
ANA	-	Agência Nacional de Águas
ANEEL	-	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	-	Agência Nacional de Petróleo
ANPEd	-	Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação
ANVISA	-	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASTM	-	<i>American Society for Testing and Materials</i>
B100	-	Biodiesel Puro
B2	-	Mistura de 2% de biodiesel no óleo diesel
BEN	-	Balanco Energético Nacional
BIE	-	<i>Bulk Institute for Education</i>
BP	-	<i>British Petroleum</i>
CEDOC	-	Centro de Documentação em Ensino de Ciências
CEETEPS	-	Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
CEMPEQC	-	Centro de Monitoramento e Pesquisa da Qualidade de Combustíveis, Biocombustíveis, Petróleo e Derivados
CEN	-	<i>Comité Européen de Normalisation</i>
CGTEE	-	Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica
CMSE	-	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CNPE	-	Conselho Nacional de Política Energética
CONPET	-	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
CPRM	-	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CTIG	-	Colégio Técnico e Industrial de Guaratinguetá
DBO	-	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNPM	-	Departamento Nacional de Produção Mineral

EDEQs	-	Encontros de Debates sobre Ensino de Química
ENEQ	-	Encontro Nacional de Ensino de Química
ENPEC	-	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
ENPIDE	-	Encontros Nacionais de Didática e Prática de Ensino
EPE	-	Empresa de Pesquisa Energética
EPIs	-	Equipamentos de Proteção Individuais
FAPESP	-	Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo
FORMAR	-	Grupo de Estudos e Pesquisas em Formação de Professores da Área de Ciências
FUNBEC	-	Fundação Brasileira para o Desenvolvimento de Ensino de Ciências
GN	-	Gás Natural
IBECC	-	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
ISO	-	<i>International Organization for Standardization</i>
MEN	-	Matriz Energética Nacional
MME	-	Ministério de Minas e Energia
NO _x	-	Número de Oxidação
OIE	-	Oferta Interna de Energia
PBL	-	<i>Problem Based Learning</i>
PCH	-	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PCN	-	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	-	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PNE	-	Plano Nacional de Energia
PDEE	-	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica
PEE	-	Programa de Eficiência Energética
PET	-	Politereftalato de etileno
PNPB	-	Programa Nacional de Produção de Biodiesel
PROCEL	-	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROINFA	-	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
QNEsc	-	Química Nova na Escola
SED	-	Sistema de aparelhos para experimentação didática

- SIN - Sistema Elétrico Interligado Nacional
- UFMG - Universidade de Minas Gerais
- UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
- UNESP - Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”
- UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas
- USP - Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	17
1.1. INTERESSE PELO TEMA	17
1.2. JUSTIFICATIVA	19
1.3. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	20
1.4. OBJETIVOS DO TRABALHO	21
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO	21
CAPÍTULO 2. A IMPORTÂNCIA DO BIODIESEL NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA	23
2.1. FONTES DE ENERGIA.....	23
2.2. POLÍTICAS PÚBLICAS E PLANEJAMENTO ENERGÉTICO	29
2.3. COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS NO PLANEJAMENTO ENERGÉTICO	34
CAPÍTULO 3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	39
3.1. METODOLOGIA DA PESQUISA-AÇÃO.....	39
3.2. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS - PBL - PROJECT-BASED LEARNING	40
3.3. COLETA DE DADOS.....	43
3.3.1. Questionários	43
3.3.2. Entrevista.....	44
3.3.3. Grupos Focais	45
CAPITULO 4. ENSINO DE QUÍMICA E MATERIAIS DIDÁTICOS.....	47
4.1. HISTÓRICO DO ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL.....	47
4.2. A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA	50
4.3. KITS DIDÁTICOS COMERCIALIZADOS E KITS ALTERNATIVOS DE BAIXO CUSTO	60
CAPÍTULO 5. DESENVOLVIMENTO METODOLOGICO DO <i>KIT</i> DIDÁTICO	64
5.1 CONTEXTO SOCIAL E EDUCACIONAL DO KIT DE BIODIESEL	64
5.2. ASPECTOS TÉCNICOS DO BIODIESEL.....	69
5.3. PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM LABORATÓRIO	72
5.4. REALIZAÇÃO DE TESTES PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL	74

5.5. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA ADOTADA	80
5.5.1. Preparação do óleo	80
5.5.2. Preparação do metóxido/etóxido de potássio	80
5.5.3. Síntese do biodiesel.....	81
5.5.4. Preparação da água de lavagem.....	83
5.5.5. Secagem do biodiesel.....	83
5.5.6. Análise do biodiesel.....	84
5.6. OLEOS E GORDURAS E SEUS IMPACTOS NA SAÚDE E MEIO AMBIENTE	85
5.7. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO BIODIESEL	89
CAPÍTULO 6. DESENVOLVIMENTO, APLICAÇÃO E PROPOSTA DO KIT DIDÁTICO DE BIODIESEL.....	92
6.1. DESENVOLVIMENTO DO TEMA BIODIESEL COM PROFESSORES E ALUNOS.....	92
6.1.1. Primeira Etapa do Projeto – Desenvolvimento do tema biodiesel junto aos professores e alunos.....	92
6.2. APLICAÇÃO DO KIT DIDÁTICO EM UM CURSO DE ATUALIZAÇÃO DE PROFESSORES	103
6.2.1. Segunda etapa do Projeto dentro do “Curso de Atualização Profissional para Professores de Química” junto ao CEETEPS.....	103
6.2.2. Materiais e Equipamentos	105
6.2.3. As seguintes etapas compõem o procedimento experimental para a produção do biodiesel	107
6.3. CONSTRUÇÃO DO KIT DIDÁTICO.....	109
6.4. DESENVOLVIMENTO DA CARTILHA DO BIODIESEL.....	113
CAPÍTULO 7. RESULTADOS E DISCUSSÕES	114
7.1. RESULTADOS DA METODOLOGIA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL..	114
7.2. RESULTADO DO DESENVOLVIMENTO DO KIT DIDÁTICO: MÉTODOS E MATERIAIS	121
7.3. AVALIAÇÃO DO “PROJETO BIODIESEL NA ESCOLA” POR PROFESSORES E ALUNOS	123
7.4. AVALIAÇÃO DO CURSO DE ATUALIZAÇÃO	126

7.5. APLICAÇÃO DO KIT DIDÁTICO NA ESCOLA	127
CAPÍTULO 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	128
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	131
ANEXO I.....	141
ANEXO II	144
ANEXO III.....	147

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento deste trabalho contempla a pesquisa, a concepção e a proposta de um material didático que tem como tema principal a produção de biodiesel. Buscou-se desenvolver atividades de experimentação nas aulas de química abordando um tema atual, amplamente divulgado pela mídia e que faz parte do nosso cotidiano, já que o biodiesel é uma fonte de energia renovável da matriz energética brasileira. O *kit* didático é voltado para professores e alunos do ensino médio e técnico, e foi concebido com uso de materiais não laboratoriais, recicláveis e que dispensam o uso de laboratório, já que muitas escolas não possuem ambientes e vidrarias adequadas para as aulas práticas.

Os estudos de campo e teste do *kit* didático realizaram-se, em um primeiro momento, junto aos professores e alunos das escolas do CEETEPS – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza da região do Vale do Paraíba e do CTIG – Colégio Técnico e Industrial de Guaratinguetá, escolas essas participantes do Projeto “Projetos Interdisciplinares e as Novas Tecnologias: Experiência Piloto no Ensino Médio” (Programa de Ensino Público – Fapesp - processo N° 2003/02542-3). Em um segundo momento, a pesquisa foi direcionada para o desenvolvimento do material de apoio ao professor, e finalmente, o teste do *kit* didático proposto realizado em um curso de atualização profissional para Professores de Química, oferecido a professores vinculados ao CEETEPS.

1.1. INTERESSE PELO TEMA

A escolha do tema teve como motivação, de um lado o interesse do pesquisador formado em Química pelo tema de energias renováveis, e de outro, a importância de pesquisar uma forma para efetuar a difusão e formação de atitudes direcionadas à eficiência energética. Nesta perspectiva, os professores têm uma condição privilegiada para atuar como formadores de opinião dos futuros cidadãos consumidores. A partir deste ponto de vista, cabe ressaltar a importância da escola na formação de um

indivíduo, entendido como um fator relevante dentro de uma política de planejamento energético que almeje um desenvolvimento sustentável para esta e as futuras gerações. Uma das possíveis formas de divulgação da temática é levar aos professores e alunos, assuntos relacionados ao tema energético que possibilitem fazer ligação com uma ou mais disciplinas e que, ao mesmo tempo, seja facilmente associado à matriz energética do país. Nessa ótica, o ensino não pode fundamentar-se em aulas que exijam apenas a memorização de nomes e fórmulas ou treinamento repetido de resolução de problemas, pois se torna desinteressante para o aluno, e até mesmo para o professor.

Conforme aponta Brito (2008), aulas bem preparadas, com metodologia variada, contextualizada e que fazem uso da experimentação despertam o interesse do aluno para aprender e motivam o professor compartilhar seu conhecimento.

O ensino experimental tem sido considerado um recurso útil para promover a aprendizagem. Entretanto, segundo Freitas Filho *et al* (2008), pesquisas revelam que muitos professores apresentam uma visão simplista da experimentação, como direcionada para “comprovar a teoria no laboratório”, e outros acreditam que a partir do laboratório se possa chegar às teorias, considerando, desta forma, que haverá pouca contribuição para a aprendizagem significativa.

A experimentação ligada ao ensino de Química, quando sozinha não apresenta uma forte ligação com o conhecimento, mas quando associada às concepções espontâneas e aos conceitos científicos, proporciona ao aluno a confirmação de suas idéias ou então a reestruturação das mesmas. Dessa forma, são indicadas ações que promovam o ensino de Química a partir do uso da informação, da investigação e da experimentação, com a leitura de textos científicos, desenvolvimento de seminários, pesquisa bibliográfica, elaboração de projetos científicos, participação em grupos de pesquisa, ações comunitárias, pesquisas de campo e visitas a universidades. Segundo as propostas curriculares pesquisadas, tais atividades propiciam aos alunos desenvolverem competências e habilidades levando em conta fatores socioeconômicos e ambientais para desenvolver a tomada de decisão (BRITO, 2008).

Quando se fala de atividades de experimentação ou demonstrações experimentais não se pode deixar de relacioná-los com materiais didáticos, que são elementos facilitadores da aprendizagem e levam o aluno a realmente experimentar e

visualizar os conceitos teóricos aprendidos e a sua ligação com as atividades do cotidiano. Porém os materiais didáticos, sejam teóricos ou experimentais, na área de ciências em geral e mais especificamente na Química ainda são poucos explorados. Embora esse tema tenha ganhado relevância nos últimos anos, verificou-se que a área de Química é carente de materiais didáticos experimentais de baixo custo e, principalmente, de materiais que partam de temas relevantes do cotidiano do aluno e que sejam capazes de relacionar os conceitos e procedimentos científicos com o aprendizado em sala de aula.

Outro fator que despertou o interesse para essa temática foi a forma como os professores de química, tanto os iniciantes quanto os mais experientes, vêm e lidam com a experimentação nas escolas de ensino médio. Em suas práticas docentes, eles sentem a necessidade de aulas experimentais, porém a maioria deles buscam e aplicam somente materiais disponibilizados em livros e apostilas que descrevam de forma simplificada o desenvolvimento do experimento. Além disso, na maioria das vezes somente realizam esses tipos de experimentos em escolas que possuam locais adequados.

1.2. JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento deste projeto justifica-se pela relevância social e tecnológica do tema abordado, que buscou contribuir para a difusão de conceitos e procedimentos de produção sobre uma fonte de energia renovável presente na matriz energética brasileira e amplamente valorizada no contexto tecnológico atual. Dentre as diversas abordagens que podem promover o uso mais eficiente da energia encontram-se as ações educacionais que podem atuar na difusão de informações e formação de atitudes favoráveis ao consumo sustentável. No entanto, para inserir temas ligados à produção e ao consumo de energia em sala de aula, é importante a adoção de uma abordagem pedagógica que propicie a contextualização do assunto nas disciplinas e com base no cotidiano do aluno. Dessa forma, o desenvolvimento de uma metodologia baseada nos princípios da aprendizagem por projetos, partindo da temática biodiesel

associada a um *kit* didático, além de ser um trabalho diferenciado, vem contribuir para a promoção da necessidade do uso racional de recursos energéticos e tornar, a partir da experimentação, a aprendizagem de Química mais interativa e dinâmica. Trabalhos na área de ensino de Química, usando a experimentação e temas sócio-ambientais atuais, são de grande importância dentro de uma área ainda em desenvolvimento, pois não foram encontrados trabalhos acadêmico-científicos que façam a ligação entre fontes de energias renováveis, ensino de química, trabalhos por projetos e materiais didáticos de baixo custo que busquem a difusão da questão energética do país.

1.3. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Para o desenvolvimento tanto do *kit* didático, para a produção de biodiesel, quanto para qualquer outro material didático, é necessário analisar a metodologia mais adequada para o desenvolvimento e aplicação do material de forma que possa auxiliar no desenvolvimento dos conteúdos curriculares e possibilite melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Neste trabalho, foram estipuladas algumas questões norteadoras que direcionaram a condução da pesquisa:

- Como introduzir, em sala de aula, assuntos relacionados às fontes de energias renováveis presentes na matriz energética brasileira?
- Qual a melhor solução tecnológica para produzir o “*kit* de biodiesel” baseado na adequação de um material didático?
- Quais os conteúdos podem ser abordados pelo professor com a utilização do *kit* didático de produção de biodiesel?
- Qual a metodologia mais adequada para o professor trabalhar o *kit* didático de produção de biodiesel?

1.4. OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo geral deste trabalho foi pesquisar, conceber, propor e avaliar um *kit* didático que abordasse a produção de biodiesel. O desenvolvimento do material didático proposto desdobrou-se em duas vertentes: a primeira consistiu em um estudo teórico sobre o desenvolvimento curricular e de novos materiais de ensino; em um segundo momento o estudo teve a preocupação quanto à adequação de materiais de laboratório (vidraria, reagentes, equipamentos) ou alternativos (garrafa PET, vidros de alimentos em conserva) às condições de utilização em escolas de ensino médio, bem como à elaboração de um referencial metodológico para sua manipulação.

Dessa forma, este trabalho teve o intuito de propiciar aos professores envolvidos na pesquisa, novas estratégias de ensino para desenvolver sua prática docente, considerando três focos: a) princípios da aprendizagem por projetos; b) utilização da experimentação como atividade motivadora; c) apresentar conceitos de química e educação ambiental de forma mais dinâmica e interativa.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 2 aborda de forma sucinta o panorama do Planejamento Energético no Brasil, apontando e destacando a importância das principais fontes de energias renováveis no contexto nacional atual e futuro. Em seguida é focalizado o Biodiesel que foi o eixo condutor das atividades realizadas neste trabalho.

Tratando-se de um trabalho em que há a construção de um material didático, existe também a necessidade de comprovação da sua eficácia. Portanto, no capítulo 3, será descrita a metodologia de pesquisa que foi baseada na pesquisa-ação e no PBL - *Project-Based Learning* – Aprendizado baseado em Problemas e a forma como foram avaliadas todas as atividades propostas no projeto.

No capítulo 4, pode-se acompanhar a trajetória da Educação em Química, os eventos relacionados e as publicações na área que está em constante evolução; pode-se também constatar que nas últimas décadas essas pesquisas têm dado enfoque a

diversos elementos relacionados ao papel das atividades práticas ou de demonstração e diferentes formas de abordagem dos conteúdos principalmente no ensino médio e fundamental. Esse capítulo apresenta ainda uma viagem do passado ao presente no que se refere a materiais didáticos para ensino de ciências e sua importância para a efetivação da aprendizagem escolar.

Fazer uma revisão sobre o contexto social e educacional do *kit* didático de biodiesel se fez necessário e foi o objetivo do capítulo 5. Nele podemos observar a necessidade de mostrar ao aluno em formação a importância social dos conhecimentos adquiridos na escola, se fazendo também necessária a introdução de abordagens que se fundamentem no seu cotidiano, pois dessa forma é mais fácil despertar o interesse dos alunos para o conhecimento e obterem-se melhores resultados na aprendizagem. Além disso, esse capítulo salienta a importância dos materiais didáticos e apresenta os aspectos técnicos do biodiesel, bem como o processo para produção e a técnica utilizada na produção do biodiesel para trabalhar com o *kit* didático.

O capítulo 6 descreve, de forma bem detalhada, todas as atividades envolvendo professores e alunos utilizando a temática biodiesel que foram desenvolvidas nas escolas da região do Vale do Paraíba, bem como a aplicação do *kit* didático de biodiesel no curso de atualização profissional para professores de Química realizado em São Paulo pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – CEETEPS.

No capítulo 7 estão apresentados os resultados e as conclusões obtidas sobre a melhor técnica de produção de biodiesel com finalidades didáticas e as considerações na construção do *kit* didático. Também é possível observar os resultados do desenvolvimento da temática biodiesel nas escolas da região do Vale do Paraíba, o resultado da aplicação e as contribuições do *kit* didático no curso de atualização de professores, além da avaliação da aplicação do *kit* didático pelos professores capacitados nas suas escolas de origem.

CAPÍTULO 2. A IMPORTÂNCIA DO BIODIESEL NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Em um país, todo suprimento de energia, discriminada por fonte de produção e setores de consumo é denominada de uma forma simplificada de matriz energética ou Oferta Interna de Energia (OIE). As fontes de energias primárias são aquelas disponíveis da forma que se encontram na natureza e que ainda não sofreram nenhuma conversão. Essas fontes são utilizadas para produzir energia útil, a partir de diferentes processos, e entre elas estão: combustíveis fósseis, elementos radioativos, recursos hídricos, ventos, radiação solar, biomassa, geotérmicas e oceanos.

2.1. FONTES DE ENERGIA

A forma de produção de energia é classificada como fontes não-renováveis e renováveis de energia. As fontes de energias não-renováveis são aquelas cujas matérias-primas estão disponíveis na natureza, porém um dia poderão esgotar-se e não ser mais usadas pela sociedade como fonte de energia.

Dentre as energias não renováveis estão (BRASIL, 2007; VICHI e MANSOR, 2009):

- **Carvão:** primeiro combustível fóssil a ser usado em grande escala e ainda ocupa uma posição de destaque no cenário mundial. Na verdade, trata-se da fonte de energia com maior crescimento nos últimos anos. A utilização de carvão no Brasil é praticamente restrita aos processos industriais, com grande predomínio no setor siderúrgico. Este processo exige a utilização de carvão de grau metalúrgico, que é importado em sua totalidade.
- **Gás natural:** Desde 1980, as reservas comprovadas de gás natural (GN) têm crescido a uma taxa de 3,4% ao ano. Comparado ao petróleo, a exploração de GN está em estágio menos desenvolvido sendo que muitos campos ainda não foram totalmente mapeados e novos depósitos associados a leitos de carvão (*coal-bed*

methane) e outras fontes não-convencionais (por exemplo, o hidrato de metano) ainda são muito pouco explorados. A produção de GN no Brasil no ano de 2007 foi de 50 milhões de m³/dia, tendo um crescimento de 2,5% em relação a 2006. O consumo de GN no Brasil está concentrado nos setores industrial e energético, mas a utilização no setor de transportes vem aumentando bastante nos últimos anos.

- **Petróleo:** Segundo a avaliação feita pela *British Petroleum (BP)* (BP, 2010) sobre as reservas conhecidas de petróleo, estas ainda são suficientes para permitir uma base de consumo de médio prazo. Espera-se um aumento do consumo de petróleo durante os próximos 30 anos, de 85 milhões de barris/dia em 2006 para 118 milhões de barris/dia em 2030. Além disso, o pico de produção de petróleo deverá ocorrer entre 2010 e 2020. No Brasil, o principal produto derivado de petróleo, que é mais consumido, é o óleo diesel que se dá devido à estrutura de transporte de cargas que é fortemente dependente do setor rodoviário. Substituir o petróleo por fontes de energia renováveis não é apenas desejável sob o ponto de vista ambiental, pois além da geração de energia algumas frações do petróleo são de extrema importância, sendo usadas como matéria-prima para a indústria química. Diferente do setor energético, ainda não há formas economicamente viáveis para substituir o petróleo como insumo industrial. O petróleo usado como insumo industrial, como, por exemplo, na produção de materiais plásticos, não acarreta emissão de grandes quantidades de CO₂, uma vez que o carbono permanece fixo no produto final.
- **Urânio e energia nuclear:** a energia nuclear na matriz energética é fonte de grandes controvérsias entre os especialistas, pois enquanto alguns defendem a erradicação das usinas nucleares, outros, que antes também eram a favor desta tese, passaram a apontar a energia nuclear como a única fonte de energia capaz de evitar as mudanças climáticas catastróficas que se anunciam, mudanças essas que vem se resultando no aquecimento global provocado pela emissão de gases causadores do efeito estufa. As reservas mundiais comprovadas são muito grandes e têm sido exploradas ainda de forma bastante limitada.

Uma fonte de energia cujas matérias-primas estão disponíveis na natureza e podem ser utilizadas de forma inesgotável ou utilizadas e repostas em um curto período de tempo são classificadas como fontes de energias renováveis. Porém, para que esse ciclo permaneça em perfeita harmonia, há a necessidade de reposição dessas matérias-primas na natureza de forma que possam ser reaproveitadas. Dentre as energias renováveis estão (VICHI e MANSOR, 2009):

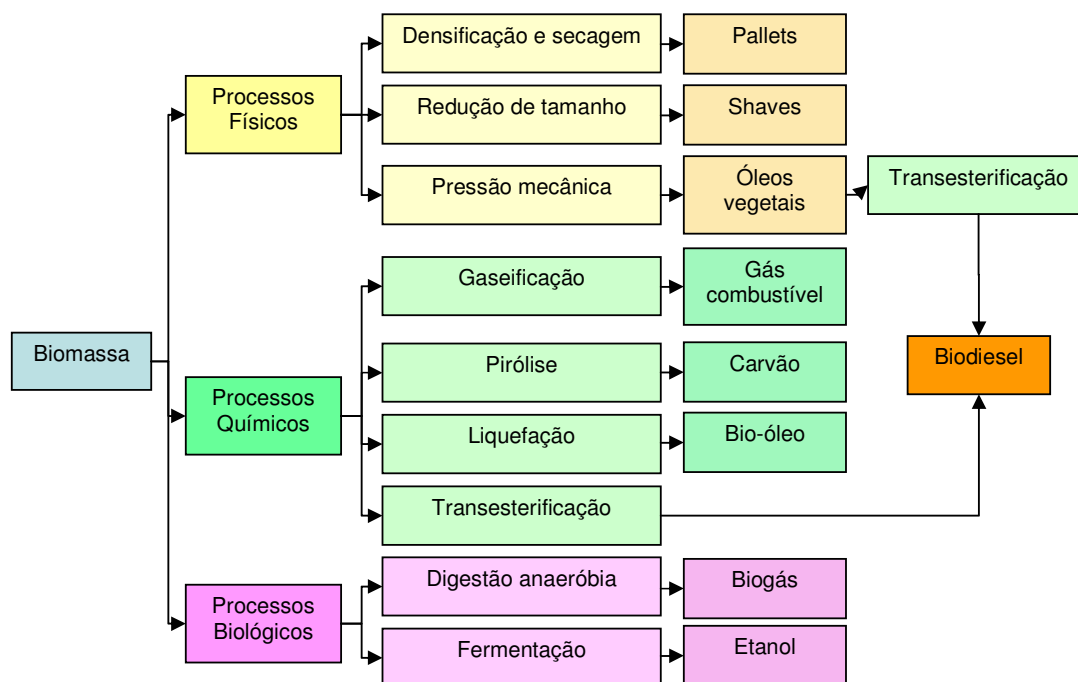
- **Energia geotérmica:** em definição é o calor natural da Terra. Essa energia pode ser explorada de duas maneiras: 1) usando diretamente o calor transferido por condução a partir do interior da Terra até regiões específicas próximas à superfície; 2) com a utilização de bombas de calor que se aproveitam da diferença de temperatura entre o ambiente e o solo. No Brasil, a energia geotérmica é usada quase que exclusivamente para fins de recreação, em parques de fontes termais, como Caldas Novas (GO), Piratuba (SC), Araxá (MG), Olímpia, Águas de Lindóia e Águas de São Pedro (SP).
- **Energia hidráulica:** também chamada de energia hidrelétrica, é uma das maiores fontes renováveis de energia. A energia hidráulica é explorada em mais de 160 países, porém somente cinco países são responsáveis por mais da metade da produção mundial, sendo eles: Brasil, Canadá, China, Rússia e Estados Unidos. Quando se trata de expansão de fontes renováveis de energia do mundo, não se pode deixar de lado a enorme capacidade de ampliação do parque hidrelétrico, que pode ser feita pela modernização e expansão das usinas existentes e pela instalação de geradores em represas onde não há geração de energia.
- **Biocombustíveis (etanol e biodiesel):** O etanol e o biodiesel são biocombustíveis líquidos, renováveis e derivados de matéria-prima biológica. O etanol é o biocombustível mais utilizado e pode ser produzido a partir de diversas matérias-primas. No entanto, apenas a produção a partir da cana-de-açúcar e do milho são economicamente viáveis. Porém, o processo de produção a partir da cana-de-açúcar apresenta grande vantagem, pois não há a necessidade da etapa de conversão do amido em açúcares. Dessa forma, o etanol brasileiro tem custo de produção menor e, conseqüentemente, potencial para redução de custos conforme

as técnicas de produção que estão sendo mais aperfeiçoadas e as variedades com maior teor de açúcar vão surgindo. Já com relação ao biodiesel, estão a Alemanha, França, Estados Unidos e Itália como os maiores produtores mundiais. O biodiesel pode ser produzido a partir de diferentes óleos vegetais, como, por exemplo, o óleo de palma, girassol, algodão, canola, soja, amendoim, entre outros. O biodiesel pode ser produzido também a partir de gordura animal e pelo reuso de óleo (proveniente de fritura); além disso, estudos recentes mostram que o biodiesel obtido a partir do óleo produzido por microalgas tem potencial para superar as demais matérias-primas, devido a seu alto rendimento.

- **Energia solar:** a fonte de energia primária mais abundante para nosso planeta é o Sol. O aquecimento de água pode ser realizado através de coletores solares, porém a energia solar pode ser usada também para a geração de eletricidade, que se dá pelo uso de painéis fotovoltaicos, responsáveis em converter a energia solar em energia elétrica (energia solar fotovoltaica), ou ainda pelo aquecimento de fluidos cujos vapores podem ser usados para movimentar turbinas geradoras de eletricidade (energia solar térmica).
- **Energia eólica:** o Conselho Mundial de Energia estima que se 1% da área terrestre fosse utilizada na geração de energia eólica, a capacidade mundial de geração seria equivalente ao total gerado através de todas as outras fontes de energia (WORLD ENERGY COUNCIL, 2007). A energia eólica é a fonte renovável que cresce mais rapidamente no mundo. No Brasil, o potencial eólico é de 143 GW e a capacidade instalada atualmente é de 22 MW, o que gera aproximadamente 54 GWh/ano. O litoral do nordeste e norte, algumas áreas do interior da Bahia e de Minas Gerais, e do litoral do Rio Grande do Sul são as mais adequadas à geração de energia eólica.

Conforme descrito anteriormente, dentro das fontes renováveis, estão os biocombustíveis, também chamados de combustíveis renováveis. Segundo Brasil (2007) o termo “combustíveis renováveis” é entendido como a biomassa e suas diversas formas de aproveitamento, seja ela aproveitada por meio da combustão direta, por processos termoquímicos ou ainda processos biológicos. A combustão direta pode

ser realizada com ou sem processos físicos de secagem, classificação, compressão e corte/quebra; os processos químicos incluem gaseificação, pirólise, liquefação e transesterificação; e os processos biológicos são a digestão anaeróbia e a fermentação. A Figura 1 apresenta os principais processos de conversão da biomassa em energéticos.



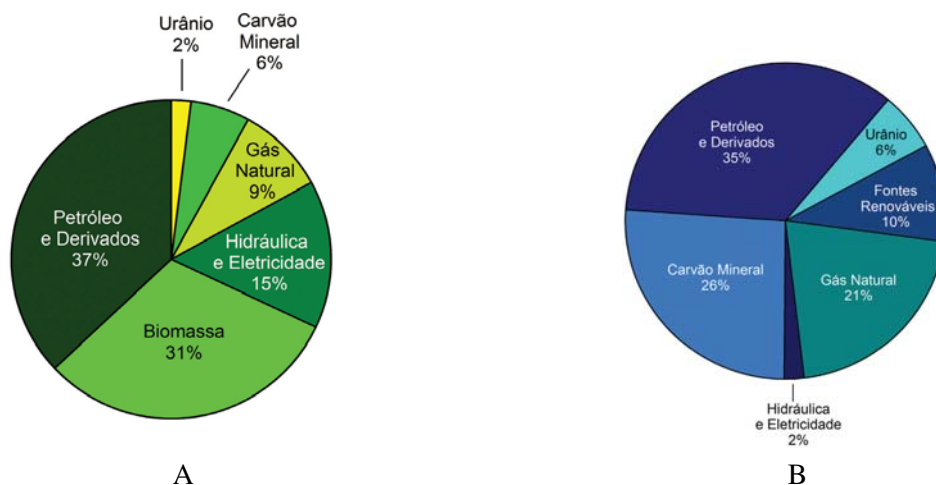
Fonte: BRASIL, 2007. Adaptado.

FIGURA 1. Diagrama esquemático dos processos de conversão energética de biomassa.

Uma experiência longa e diversificada na produção e uso de biocombustíveis permite ao Brasil ambicionar a liderança desse mercado no âmbito internacional. Fatores como a oscilação no preço dos combustíveis fósseis, mudanças climáticas e a importância da energia no custo de produção, principalmente na indústria agropecuária, fazem com que a procura por recursos energéticos renováveis seja cada vez maior (BRASIL, 2007; VICHI e MANSOR, 2009).

O Brasil apresenta situação privilegiada, pois no país, 46% da OIE é renovável, enquanto que a média da OIE mundial é de 12%. (BRASIL, 2007), como pode ser observado na Figura 2. Impulsionado por seu enorme potencial hídrico e contando com um forte programa de combustíveis alternativos, comandado pelo etanol, o país

sai na frente dos demais. Porém não se pode esquecer das recentes reservas de petróleo descobertas no litoral brasileiro, mas mesmo assim é preciso continuar com a manutenção e modernização dos sistemas atuais e, principalmente, pesquisa e desenvolvimento são extremantes necessários e prioritários (BRASIL, 2007; VICHI e MANSOR, 2009).



Fonte: BRASIL, 2007; VICHI e MANSOR, 2009

FIGURA 2. A) Oferta interna de energia no Brasil. B) Oferta de energia no mundo.

As fontes renováveis de energias terão, nas próximas décadas, uma participação cada vez mais relevante na matriz energética global, pois a preocupação com as questões ambientais e o desenvolvimento sustentável é o foco de muitas pesquisas de desenvolvimento tecnológico que buscam a aprendizagem e a conseqüente redução dos custos para geração dessas tecnologias. (BRASIL, 2009).

A busca por soluções ambientais e sociais para reduzir a dependência de combustíveis fósseis é um tema muito discutido e, vem contribuindo para o interesse mundial por soluções sustentáveis por meio da geração de energia proveniente de fontes limpas e renováveis. Como já foi dito, o Brasil apresenta uma posição de destaque em função da sua liderança nas principais frentes de negociação e também com a significativa participação das fontes renováveis na sua matriz energética (BRASIL, 2009).

2.2. POLÍTICAS PÚBLICAS E PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Os assuntos relacionados a minas e energia eram de competência do Ministério da Agricultura, até 1960 quando foi implantado o Ministério de Minas e Energia (MME). Em 1990 o MME foi extinto e suas atribuições transferidas ao Ministério da Infra-estrutura, que também passou a ser responsável pelos setores de transportes e comunicações. O Ministério de Minas e Energia voltou a ser criado em 1992, e em 1997 se criou o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), vinculado à Presidência da República e presidido pelo ministro de Minas e Energia, com a atribuição de propor ao Presidente da República políticas nacionais e medidas para o setor.

Em 2003 foram definidas como competências do MME: as áreas de geologia, recursos minerais e energéticos; aproveitamento da energia hidráulica; mineração e metalurgia; e petróleo, combustível e energia elétrica, incluindo a nuclear. Em 2004 criaram-se, na estrutura do MME, as secretarias de: Planejamento e Desenvolvimento Energético; de Energia Elétrica; de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis; e de Geologia, Mineração e Transformação Mineral.

Ainda em 2004, foi criado o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), cuja função é acompanhar e avaliar permanentemente a continuidade e a segurança do suprimento eletroenergético em todo o território nacional. No mesmo ano também foi autorizada a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) vinculada ao Ministério de Minas e Energia. A finalidade da EPE é prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético. O Serviço Geológico do Brasil (CPRM), também ligado ao Ministério, é responsável pela geração de levantamentos geológicos e hidrológicos básicos do território nacional.

O Ministério de Minas e Energia tem como empresas vinculadas a Eletrobrás e a Petrobras, que são de economia mista. A Eletrobrás, por sua vez, controla, as empresas Furnas Centrais Elétricas S.A., Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf), Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE), Centrais

Elétricas do Norte do Brasil S.A. (Eletronorte), Eletrosul Centrais Elétricas S.A. (Eletrosul) e Eletrobrás Termonuclear S.A. (Eletronuclear).

Entre as autarquias vinculadas ao Ministério estão as agências nacionais de Energia Elétrica (ANEEL) e do Petróleo (ANP) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Na área energética, cabe ao Conselho Nacional de Política Energética – CNPE a formulação de políticas e diretrizes de energia para o desenvolvimento nacional equilibrado e ao MME fica a responsabilidade pela concepção, articulação e coordenação do planejamento energético nacional e também a disponibilização do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) para a sociedade. O PDE é um documento que apresenta uma visão integrada da expansão da demanda e da oferta de diversos energéticos para o horizonte 2008 a 2017.

Este Plano foi subsidiado por estudos desenvolvidos pela Empresa de Pesquisa Energética, a partir de diretrizes propostas pelo MME, abrangendo a visão de curto, médio e longo prazos, em estreita colaboração com as equipes técnicas do Ministério e com os diversos agentes. Os resultados dos estudos foram disponibilizados para consulta pública, propiciando a obtenção de sugestões e melhorias nos seus resultados (BRASIL, 2009).

Outro documento de grande importância é o Plano Nacional de Energia - PNE 2030, que tem como objetivo o planejamento de longo prazo do setor energético do país, orientando tendências e balizando as alternativas de expansão desse segmento nas próximas décadas. O PNE 2030 apresenta uma proposta de rever a estrutura existente e propor a ampliação e novas capilaridades para viabilizar o Plano Nacional de Eficiência Energética. Esta nova estrutura deverá ter orçamentos próprios, corpo técnico capacitado e suficiente para gerenciar os atuais programas e os novos mecanismos, de forma a garantir ao sistema o deslocamento da energia conservada prevista e assim manter a segurança do sistema.

Como mencionado anteriormente, o MME é o responsável pela política energética nacional e cabe a ele a função de se relacionar com as demais instituições que tratam da mesma temática com o objetivo de promover programas de incentivo ao

uso eficiente de energia. Esses programas são necessários para aumentar a penetração das técnicas de uso mais eficiente de energia (BRASIL, 2007).

O governo brasileiro optou em utilizar suas empresas estatais – Eletrobrás e Petrobrás – para executar os dois programas nacionais de conservação de energia e a ANEEL para supervisionar o Programa de Eficiência Energética (PEE), executado pelas concessionárias distribuidoras de eletricidade no País.

A Eletrobrás promove o uso racional e eficiente de energia em diferentes segmentos da sociedade por meio do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), que Segundo Ricardo David ex-presidente da Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO), em entrevista à Revista Sócioambiental (TAVELIN, 2009), foi uma iniciativa muito bem-sucedida que gerou uma enorme economia em expansão dos suprimentos energéticos. O programa tem o objetivo de prover informações aos consumidores sobre hábitos racionais de consumo, bem como orientá-los na aquisição de equipamentos eficientes. Dessa forma o programa focaliza algumas estratégias (BRASIL, 2007) como:

- Coordenar o “marketing” do combate ao desperdício, em âmbito nacional;
- Conscientizar os consumidores sobre o problema do uso inadequado da energia elétrica, alertando que ela é um bem escasso;
- Promover, junto aos fabricantes, acordos para aumento da eficiência de equipamentos elétricos;
- Implementar projetos de “eficientização” energética em cada segmento de consumo, através de consumidores chave, que possam vir a atuar como formadores de opinião em seus respectivos setores;
- Buscar, junto aos agentes de financiamento, recursos para viabilização de projetos de combate ao desperdício;
- Tornar as instituições de ensino agentes multiplicadores da idéia do combate ao desperdício de energia elétrica;
- Propor medidas nas áreas de legislação e normalização, no sentido de estipular padrões mínimos de eficiência energética.

A iniciativa do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) tem se mostrado fundamental para a formação cultural do país em relação à eficiência energética, proporcionando capacitação de pessoal, palestras, cursos de treinamento, oficinas de trabalho (níveis fundamental e médio), bem como, oferecendo disciplinas sobre uso eficiente de energia em cursos técnicos e de nível superior.

O outro programa nacional de conservação de energia é o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET) que tem como objetivos e as principais metas “desenvolver e integrar as ações que visem à racionalização do uso dos derivados de petróleo e do gás natural” e “obter um ganho de eficiência energética de 25% no uso dos derivados de petróleo e do gás natural nos próximos 20 anos, sem afetar o nível de atividade” (BRASIL, 2007). O Programa apresenta quatro diretrizes principais:

- I. **Promoção e Difusão:** campanhas de divulgação para a sociedade; eventos para dirigentes empresariais e técnicos da iniciativa privada; instituição de prêmios; difusão de sistemas, métodos e técnicas; difusão dos resultados alcançados pelo CONPET; confecção de relatórios periódicos, resumindo atividades e resultados.
- II. **Postura permanente de racionalização energética:** difusão do conceito de conservação em todos os níveis do sistema de educação; treinamento de pessoal da comunidade científica, tecnológica e empresarial para a formação de uma base de multiplicadores; introdução de disciplinas nos currículos e apoio a programas de pós-graduação; criação e/ou revisão de normas técnicas para equipamentos, materiais e sistemas; desenvolvimento de mecanismos que assegurem a remuneração dos investimentos em racionalização energética, utilizando a estrutura de preços dos energéticos para sinalizar o seu interesse; adequação das legislações setoriais da área de energia; inserção da conservação nas políticas industrial, de educação, tecnológica, de transportes e de meio ambiente; implantação de mecanismos de inibição de iniciativas e ações que estejam em desacordo com as metas de racionalização do CONPET.

- III. **Aumento da eficiência energética de equipamentos e sistemas:** articulação com os demais programas de conservação existentes; promoção de pesquisa e desenvolvimento tecnológico de equipamentos, sistemas e processos; intensificação da normalização técnica voltada para medição da eficiência energética, padronização e certificação de componentes e sistemas; apoio ao fomento, credenciamento e atuação de organismos governamentais e privados voltados para a racionalização energética; proposição de mecanismos que facilitem a comercialização de bens e serviços de interesse para a conservação.
- IV. **Regionalização:** apoio ao desenvolvimento e implantação de projetos energéticos baseados em soluções regionais; apoio à realização de estudos de diagnósticos e avaliação tecnológica relativos à utilização de fontes energéticas de emprego regional (BRASIL, 2007).

Uma das ações importantes do CONPET é o Programa “CONPET na Escola” que tem como objetivo levar a “educação em conservação de energia” até os alunos do ensino fundamental e médio. Para isso, ele busca mostrar de forma mais ampla a necessidade da preservação dos recursos naturais, estimulando o aluno a ser um defensor do uso racional dos derivados do petróleo e do gás natural (BRASIL, 2007).

Fazendo uma comparação entre a realidade atual e o cenário de 20 anos atrás, tendo como marco a instituição do programa PROCEL, não é difícil reconhecer como a situação evoluiu e que diversas barreiras foram removidas. A crise energética de 2001 também mobilizou os consumidores brasileiros a permanecerem sensíveis ao custo da energia e à ameaça do desabastecimento (BRASIL, 2007).

A partir dos Programas Nacionais de Eficiência Energética e todos os seus resultados, o estabelecimento formal e consolidado de uma Política Nacional de Eficiência Energética deve proporcionar um significativo avanço na mobilização e nas ações dos diversos agentes econômicos que devem participar desse esforço nacional.

O Brasil encontra-se, atualmente, em um cenário extremamente favorável ao fortalecimento do mercado de eficiência energética, dispondo de um imenso potencial a ser explorado.

Conforme descrito no PNE 2030 (BRASIL, 2007), o maior desafio de hoje é tornar sustentável o mercado e a atividade empresarial da eficiência energética no Brasil. De forma bastante resumida, a Política Nacional de Eficiência Energética será construída buscando orientar:

- Um conjunto de projetos conduzidos sob orientação do MME, em articulação com os demais agentes de Governo;
- A inserção da eficiência energética no planejamento do setor energético, em consonância com a Matriz Energética Nacional – MEN, o Plano Nacional de Energia – PNE e o Plano Decenal de Energia Elétrica – PDEE;
- O planejamento estratégico e a definição de ações prioritárias dos Programas Nacionais de Conservação de Energia;
- Desenvolvimento de mecanismos eficazes e de instrumentos de fiscalização pelas agências de regulação do setor energético;
- Financiamentos pelos agentes financeiros oficiais em consonância com as diretrizes e linhas de ação estabelecidas;
- A política de P&D para a área de eficiência energética;
- A concepção e a implementação de projetos de eficiência energética das empresas distribuidoras do setor;
- A constituição de uma estrutura operacional capaz de gerir a implementação desta Política.

2.3. COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS NO PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

As pesquisas para o desenvolvimento de fontes renováveis de energia são incentivadas por alguns programas do governo, como é o caso da implantação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), criado no âmbito do Ministério de Minas e Energia, e também o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel.

O PROINFA, conforme descrito no Decreto nº 5.025 de 2004, foi instituído com o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica produzida por

empreendimentos concebidos com base em fontes eólicas, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH) no Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN), visando aumentar a segurança no abastecimento; a valorização das características e potencialidades regionais e locais, com criação de empregos, capacitação e formação de mão-de-obra; e a redução de emissão de gases de efeito estufa (BRASIL, 2007).

O Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB) é um programa interministerial do Governo Federal que tem como objetivo a implementação de forma sustentável da técnica, da produção e uso do Biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, para geração de emprego e renda. Suas principais diretrizes são: a implantação de um programa sustentável, promovendo inclusão social; a garantia de preços competitivos, qualidade e suprimento; e a produção de biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas (BRASIL, 2007).

Quando se fala de desenvolvimento sustentável e planejamento energético, pode-se fazer uma ligação com a Química e seus focos de pesquisa, pois duas das grandes áreas em desenvolvimento na Química atual são a Química Verde (também conhecida como Química Sustentável) e a Química Ambiental, ambas de importância fundamental na transição para uma matriz energética mais renovável e menos poluidora.

Química Verde pode ser definida, de forma resumida, como o desenvolvimento e uso de produtos e processos químicos que permitem reduzir ou eliminar o uso de substâncias que são prejudiciais à saúde humana e ao ambiente. Este conceito, já é consideravelmente comum em aplicações industriais, principalmente em países que já apresentam um grande desenvolvimento na indústria química e também um rigoroso controle na emissão de poluentes. Além disso, a Química Verde já está sendo incorporada gradualmente ao meio acadêmico, no ensino e pesquisa (LENARDÃO *et al*, 2003).

Segundo Lenardão *et al* (2003), os produtos ou processos da Química Verde podem ser divididos em três categorias: a) o uso de fontes renováveis ou recicladas de matéria-prima; b) aumento da eficiência de energia, ou a utilização de menos energia

para produzir a mesma ou maior quantidade de um produto; c) evitar o uso de substâncias persistentes, bioacumulativas e tóxicas.

Criou-se ao longo dos anos um consenso sobre os principais pontos ou princípios básicos da química verde. Os doze pontos que precisam ser considerados quando se pretende implementar a Química Verde em uma indústria ou instituição de ensino e/ou pesquisa na área de química são os seguintes, conforme ANASTAS (1998):

1. Prevenção: Evitar a produção do resíduo para não ter que tratá-lo após sua geração.
2. Economia de Átomos: projetar rotas sintéticas que possam maximizar a incorporação de todos os materiais de partida no produto final.
3. Síntese de Produtos Menos Perigosos: usar produtos químicos e gerar substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente.
4. Desenho de Produtos Seguros: os produtos químicos devem realizar a função desejada e ao mesmo tempo não serem tóxicos.
5. Solventes e Auxiliares mais Seguros: reduzir ao máximo o uso de substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação, secantes, etc.), porém quando utilizadas estas substâncias devem ser inócuas.
6. Busca pela Eficiência de Energia: sempre que possível, os processos químicos devem ser conduzidos à temperatura e pressão ambientes, para que seus impactos ambientais e econômicos sejam minimizados.
7. Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima: usar técnicas economicamente viáveis e matérias-primas renováveis.
8. Evitar a Formação de Derivado: evitar o uso da derivatização, pois estas etapas requerem reagentes adicionais e podem gerar resíduos.
9. Catálise: preferir os catalisadores aos reagentes estequiométricos, pois esses são usados em menores quantidades.

10. Projeto para a Degradação: os produtos químicos devem ser projetados para que formarem produtos de degradação ou que sejam inócuos e não persistam no ambiente.
11. Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição: desenvolvimento de metodologias analíticas de análise em tempo real para haja um controle e a prevenção da formação de substâncias nocivas.
12. Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes: escolha e uso de substancias que minimizam o potencial para acidentes químicos, incluindo vazamentos, explosões e incêndios.

O sétimo princípio da Química Verde vem ao encontro da necessidade da utilização de fontes renováveis de matéria-prima, como é o caso dos combustíveis renováveis. Nesse sentido, a produção do biodiesel que vêm recebendo incentivos governamentais, como já foi descrito anteriormente, tem se tornado um tema tecnológico e social relevante e comum no cotidiano dos brasileiros.

Pode-se dizer que as soluções tecnológicas, ou seja, produtos mais eficientes, são um dos pilares para redução dos impactos ambientais e a garantia do abastecimento energético no futuro. No entanto, é preciso trabalhar também os aspectos sociais do uso da energia. Neste sentido, focalizar a educação dos consumidores pode ser uma vertente importante a ser considerada na questão da eficiência energética como um todo.

Dentre as diversas abordagens e pesquisa sobre o uso racional de energia, surgem estudos que evidenciam a importância de pesquisar as escolas como vetores para difusão e formação de atitudes direcionadas à eficiência energética. Nesta perspectiva, os professores têm uma condição privilegiada para atuar como formadores de opinião dos futuros cidadãos consumidores. Partindo-se deste ponto de vista, cabe ressaltar a importância da escola na formação de um indivíduo, constituindo um fator relevante a ser considerado dentro de uma política de planejamento energético que garanta um desenvolvimento sustentável para esta e as demais gerações. (SILVA, 2006).

Dentro de instituições privadas e públicas do mundo todo são realizadas diversas pesquisas com o objetivo de promover o uso racional de energia, atuando de diversas maneiras, desde o desenvolvimento de produtos e processos mais eficientes até a diversificação da matriz energética e ações de conscientização da população (SILVA, 2006).

Projetos educacionais desenvolvidos em várias partes do mundo têm apontado que ações de educação formal ou não-formal são grandes aliados na disseminação de informações para que os cidadãos desenvolvam a noção de eficiência energética e comportamentos compatíveis com o uso racional de energia.

No entanto, para tratar dos temas ligados à produção e ao consumo de energia, em sala de aula, é importante a adoção de uma abordagem pedagógica que propicie contextualização dos conhecimentos sobre energia, associando-os às disciplinas e à realização de projetos interdisciplinares.

Este trabalho propôs um conjunto de atividades e materiais didáticos para abordar o biodiesel dentro da disciplina de Química. As atividades são constituídas de ações educacionais, que, inseridas no currículo escolar formal e trabalhadas pelo professor, podem atuar como vetores para difusão de informações e formação de atitudes favoráveis ao consumo sustentável.

O biodiesel, seu processo de produção, sua colocação na matriz energética nacional vem ao encontro de um contexto social amplo, que pode proporcionar discussões que adentram questões não somente ligadas à Química, mas também a assuntos relacionados à educação ambiental, responsabilidade social, uso racional de recursos energéticos, energias renováveis, entre outros temas capazes de gerar situações educacionais que abordem e insiram a questão energética dentro do cotidiano da sala de aula.

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Como fundamentação teórico-metodológica foram utilizados alguns princípios e diretrizes da metodologia de aprendizagem baseada em projetos (PBL) e da pesquisa-ação. Para a coleta de dados e análise dos resultados da pesquisa foram utilizadas várias técnicas, qualitativas e quantitativas, comumente utilizadas em pesquisa-ação, tais como: análise documentos, registros arquivados, entrevistas, observação direta, observação participante, e artefatos produzidos para a execução do projeto.

3.1. METODOLOGIA DA PESQUISA-AÇÃO

A pesquisa-ação procura unir a pesquisa à ação ou prática, isto é, desenvolver o conhecimento e a compreensão como parte da prática. É, portanto, uma maneira de se fazer pesquisa em situações em que os pesquisadores interagem com o problema de pesquisa e ao mesmo tempo desejam melhorar a compreensão sobre problema em questão. A pesquisa-ação surgiu da necessidade de superar a lacuna entre teoria e prática. Uma das características deste tipo de pesquisa é que através dela se procura intervir na realidade de modo inovador no decorrer do próprio processo de pesquisa e não apenas como recomendação dos resultados na etapa final do projeto (THIOLLENT, 1997).

A pesquisa-ação tem as seguintes características:

- O processo de pesquisa torna-se um processo de aprendizagem para todos os participantes e a separação entre sujeito e objeto de pesquisa deve ser superada;
- Como critério de validade dos resultados da pesquisa-ação sugere-se a utilidade dos dados para os interessados: as estratégias e produtos serão úteis para os envolvidos se estes forem capazes de apreender sua situação e de modificá-la. O pesquisador parece-se, neste contexto, a um praticante social que intervém numa situação com o fim de verificar se um novo procedimento é eficaz ou não;

- No ensino, a pesquisa-ação tem por objeto de pesquisa as ações humanas em situações em que são percebidas possibilidades de intervenção e de mudança e que, portanto, exigem uma resposta prática. Já a situação problemática é interpretada a partir do ponto de vista das pessoas envolvidas, baseando-se, portanto, nas representações que os diversos atores (professores, alunos, diretores) têm da situação.
- A pesquisa-ação é situacional: procura diagnosticar um problema específico numa situação também específica, com o fim de atingir uma relevância prática dos resultados. Não está, portanto, em primeira linha interessada na obtenção de enunciados científicos generalizáveis (relevância global). Há, no entanto, situações em que se pode alegar alguma possibilidade de generalização para os resultados da pesquisa-ação: se vários estudos em diferentes situações levam a resultados semelhantes, isto permite maior capacidade de generalização do que um único estudo.
- A pesquisa-ação é auto-avaliativa, isto é, as modificações introduzidas na prática são constantemente avaliadas no decorrer do processo de intervenção e o *feedback* obtido do monitoramento da prática é traduzido em modificações, mudanças de direção e redefinições, conforme necessário, trazendo benefícios para o próprio processo.
- A pesquisa-ação é cíclica: as fases finais são usadas para aprimorar os resultados das fases anteriores.

3.2. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS - PBL - *PROJECT-BASED LEARNING*

O termo PBL, conhecido como Trabalho por Projetos ou Pedagogia de Projetos ou ainda Metodologia de Projetos, é definido por Moura e Barbosa (2006) como projetos desenvolvidos por alunos em uma ou mais disciplinas, dentro do contexto escolar, contando com a orientação de um ou mais professores, objetivando a

aprendizagem de conceitos e desenvolvimento de competências e habilidades específicas.

Esta modalidade de trabalho pedagógico teve início na década de 1960 nas escolas médicas das Universidades de McMaster e Maastricht, localizadas no Canadá e na Holanda respectivamente. Nos últimos anos, as escolas médicas do mundo todo têm aplicado a metodologia do PBL, que na área médica é chamada de Aprendizagem baseada em Problemas, com eficiência comprovada por inúmeras pesquisas no campo da psicopedagogia (SOLANTE, 2009). No entanto, o PBL tem ganhado destaque, principalmente na última década, pois tem sido adaptado a diferentes áreas do conhecimento e mostrando ser aplicável para o ensino de outras disciplinas (MORALES e LANDA, 2004; SOLANTE, 2009).

As metodologias tradicionais, muitas vezes, não incentivam o aluno aprender a pensar e associar o conhecimento adquirido com os problemas no dia-a-dia e, dessa forma, ter maior autonomia e capacidade de aplicar os conhecimentos para solucionar problemas em situações e contextos diferentes. Dessa forma o PBL apresenta uma proposta bastante voltada para a formação de competências de maneira a tornar a participação dos alunos mais ativa para que não haja somente um aprendizado mecânico e teórico (OLIVEIRA, 2006).

Ao trabalhar com projetos, o aluno é estimulado a mobilizar seus conhecimentos para resolver tarefas e desafios reais, contextualizados e presentes nos mais diversos âmbitos da sociedade. Segundo Machado (2004), a experiência com projetos nas escolas tem se mostrado bastante eficiente no desenvolvimento das inteligências múltiplas, no trabalho com os conteúdos atitudinais e procedimentais.

Quando o aluno é envolvido em um projeto, ele precisa investigar, registrar dados, formular hipóteses, tomar decisões, resolver o problema, tornando-se sujeito de seu próprio conhecimento e, dessa forma, o professor passa a não ser mais considerado como o único responsável pela aprendizagem, pois ele torna-se um pesquisador e orientador para os seus alunos. Além disso, o professor se torna um parceiro que auxilia em todos os quesitos do projeto, levantando questões, ajudando na solução de problemas, coordenando o projeto com os conhecimentos específicos, conforme sua formação, com o objetivo de atender as necessidades dos alunos (OLIVEIRA, 2006).

Durante o desenvolvimento de um tema/problema, o aluno tem que interagir e comparar suas idéias com os conhecimentos pesquisados, despertando a sua curiosidade e levantando dúvidas. Dessa forma é possível durante o desenvolvimento do projeto registrar fatos, resultados e discussões que podem servir como forma de avaliação, analisando como o conhecimento foi construído e deixando de lado somente o aspecto quantitativo das avaliações convencionais (OLIVEIRA, 2006).

Segundo Hernández (1998), ao trabalhar com projetos, os alunos além de adquirirem a habilidade de resolver problemas, passam também a articular os conhecimentos adquiridos, agir com autonomia diante das propostas de trabalhos, desenvolver a criatividade e entender a importância da colaboração.

O desenvolvimento desse tipo de trabalho com projetos na construção do conhecimento escolar valoriza a prática pedagógica e estimula os alunos à pesquisa, incentivando o trabalhar em equipe, a habilidade de ouvir e expressar-se, respeitando as diferenças entre eles. Dessa forma, o aluno passa a desenvolver suas competências através da pesquisa e de todas as etapas desenvolvidas no projeto, gerando como resultado a promoção da sua autonomia intelectual (OLIVEIRA, 2005b; SOLANTE, 2009).

Na sala de aula, a meta do trabalho com projetos é transformar o foco da aula, pois o professor passa a mediar a aquisição do conhecimento pelo aluno, ao invés de apenas transmitir informações e cobrar a memorização das mesmas. Ao trabalhar com projetos, professor e aluno assumem a condição de pesquisadores e co-responsáveis pelo processo de aprendizagem como um todo (SOLANTE, 2009).

Segundo Kilpatrick (1967), o professor pode esperar êxito em sua prática quando mostra uma disposição favorável entre os alunos, pois as melhores condições para que o aprendizado ocorra é quando ambos, professores e alunos, cooperam e buscam o mesmo objetivo e, a colaboração e o esforço são julgados pela maneira exposta na vida coletiva, em vez de o serem pela influência de qualquer palavra de autoridade externa.

Para Dewey (1959,1967), o objetivo da escola deveria ser ensinar o aluno a viver no mundo, pois não há uma divisão entre a preparação para viver no mundo e

realmente viver no mundo e, dessa forma, o aprendizado se dá quando o aluno é colocado diante de problemas reais.

Ainda segundo Dewey (1959,1967), a educação é uma constante reconstrução da experiência em busca de novos sentidos, buscando habilitar as novas gerações a responder aos desafios da sociedade. Educar, portanto, é mais do que reproduzir conhecimentos (ARAUJO, 2009).

3.3. COLETA DE DADOS

Como técnicas de pesquisa e coleta de dados foram utilizados questionários, grupos focais e entrevistas estruturadas.

3.3.1. Questionários

O questionário é um instrumento de coleta de dados composto por uma série de perguntas escritas, aplicado sem a necessidade do entrevistador. Essa técnica para coleta de dados é muito utilizada devido a sua facilidade de aplicação e por apresentar uma elevada confiabilidade, além de custo baixo e inúmeras vantagens como, por exemplo, um grande número de informações podem ser obtidas, um amplo número de pessoas podem ser atingidas simultaneamente, além de respostas rápidas e precisas com mais segurança e liberdade na resposta em virtude do anonimato, e sem o risco de diferentes interpretações influenciadas pelo pesquisador. (MARCONI e LAKATOS, 2007).

Esta técnica pode ser desenvolvida para medir atitudes, opiniões, comportamento, circunstâncias da vida do cidadão, e outras questões, sendo aplicados individualmente ou em grupos, por telefone, por correio e mais recentemente por meio eletrônico, usando-se a Internet ou quiosques (FISCARELLI, 2004).

3.3.2. Entrevista

Segundo Fiscarelli (2004), a entrevista é um método mais flexível do que o questionário, pois as informações são obtidas mediante o estabelecimento de uma conversa entre entrevistador e entrevistado, porém essa técnica requer um planejamento prévio e há a necessidade de entrevistador com habilidade para seguir um roteiro de questionamentos, e que seja capaz de introduzir variações que forem necessárias durante sua aplicação.

Uma entrevista pode apresentar um custo elevado, principalmente se o número de pessoas entrevistadas for grande, além de requerer um tempo maior do que o de respostas a questionários. Em contrapartida, a entrevista pode fornecer uma quantidade de informações muito maior do que o questionário. Porém um dos requisitos para o uso desta técnica, como já dito anteriormente, é que o entrevistador possua as habilidades para conduzir o processo e entre essas habilidades desejáveis estão, por exemplo, possuir conhecimento do assunto da entrevista, capacidade de síntese e decisão e boa comunicação oral (FISCARELLI, 2004).

O tipo de entrevista utilizada pode variar de acordo com o entrevistador, e são classificadas como livre ou aberta, semi-estruturada ou estruturada.

A técnica de entrevistas abertas é utilizada com finalidades exploratórias, onde o entrevistador introduz o tema e dá total liberdade para o entrevistado discorrer sobre o tema sugerido. É uma forma de poder explorar mais amplamente uma questão. As perguntas são respondidas dentro de uma conversação informal e o entrevistador não interfere ou interfere de forma mínima possível, pois este deve assumir uma postura apenas de ouvinte e somente em caso de extrema necessidade, ou para evitar o término precoce da entrevista, pode interromper a fala do entrevistado (BONI; QUARESMA, 2005).

A entrevista aberta é utilizada para obter o maior número de informações sobre um determinado tema na visão do entrevistado. Ela é utilizada geralmente na descrição de casos individuais, na compreensão de especificidades culturais para determinados grupos e para comparabilidade de diversos casos (MINAYO, 2004).

Já as entrevistas semi-estruturadas são uma combinação de perguntas abertas e fechadas, onde o entrevistado pode discorrer sobre o tema proposto. O entrevistador inicialmente segue algumas questões previamente definidas, mas ele o faz em um contexto muito semelhante ao de uma conversa informal. O entrevistador deve ficar atento para conduzir a entrevista a determinados assuntos que julgar importantes sempre que houver um momento oportuno, e fazer perguntas adicionais para elucidar questões que não ficaram claras ou ajudar a recompor o contexto da entrevista, caso o informante em algum momento tenha se desviado do tema. Esse tipo de entrevista é muito utilizado quando se deseja delimitar a quantidade de informações, obtendo assim um direcionamento maior para o tema e intervindo para que os objetivos sejam alcançados (BONI; QUARESMA, 2005).

No caso de entrevistas estruturadas, que foram usadas nesse trabalho, a mesma parte de um questionário totalmente estruturado, onde as perguntas são previamente formuladas e durante a execução tem-se o cuidado de não fugir a elas. O principal motivo para essa preocupação é que esse tipo de entrevista tem o objetivo de verificar as diferenças entre os respondentes e para isso é importante que não haja diferença nas perguntas (BONI; QUARESMA, 2005). O entrevistador não é livre para adaptar perguntas e nem para mudar a seqüência dos tópicos (MARCONI e LAKATOS, 2007).

3.3.3. Grupos Focais

Segundo Fiscarelli (2004), um grupo focal é um grupo de discussão informal com tamanho reduzido, de aproximadamente 12 pessoas, que tem o objetivo de obter informação qualitativa em profundidade. Os participantes do grupo focal, são geralmente pessoas possuem alguma característica em comum como, por exemplo, compartilham das mesmas características demográficas (nível de escolaridade, condição social) ou são todos funcionários do mesmo setor do serviço público que são convidados para participar da discussão sobre determinado assunto.

O grupo focal é conduzido por um moderador, cuja regra central é incentivar a interação entre os participantes, fazendo com que eles conversem entre si, troquem suas experiências, relatem suas necessidades, observações e preferências. O moderador tem como objetivo incentivar a participação de todos, evitando dessa forma, que um ou outro tenha predomínio sobre os demais, e também conduzir a discussão de modo que esta se mantenha dentro do assunto ou tópicos de interesses. O objetivo principal de qualquer grupo focal é revelar as percepções dos participantes sobre os tópicos em discussão (FISCARELLI, 2004).

Para a consecução dos objetivos deste trabalho foi elaborado um conjunto de atividades e procedimentos para serem realizados:

- 1) pesquisa bibliográfica;
- 2) primeiro contato com as escolas;
- 3) desenvolvimento do tema biodiesel nas escolas;
- 4) acompanhamento das atividades de professores e alunos;
- 5) coleta de dados – questionário e grupo focal;
- 6) tabulação dos dados;
- 7) teste da metodologia para produção do biodiesel;
- 8) testes e desenvolvimento do *kit* didático de biodiesel;
- 9) confecção do Caderno do Biodiesel;
- 10) aplicação do *kit* no curso de atualização para professores de química;
- 11) coleta de dados - questionário;
- 12) tabulação de dados;
- 13) coleta de dados – entrevista estruturada;
- 14) análise e discussão dos resultados;
- 15) conclusão da análise dos resultados.

Tais conjuntos de atividades foram importantes para facilitar a organização do trabalho e contribuíram para direcionar o adequado cumprimento do cronograma proposto para o trabalho.

CAPITULO 4. ENSINO DE QUÍMICA E MATERIAIS DIDÁTICOS

O ensino de Química vem ganhando cada vez mais espaço no meio acadêmico e dessa forma colaborando significativamente para divulgação da importância da formação do aluno preparado para acompanhar os avanços científicos atuais. A experimentação e o conhecimento de tecnologias podem ser um fator fundamental para que o aluno tenha uma melhor inserção no mercado de trabalho e efetiva participação na sociedade.

4.1. HISTÓRICO DO ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL

A pesquisa na área de ensino de Química teve seu início na década de 1940, com a criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) e consolidou-se após a criação dos dois primeiros programas de pós-graduação em ensino de ciências, na Universidade de São Paulo (USP) e na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no início de 1970, quando as pesquisas e publicações na área passaram a ser encontradas com mais frequência (BUENO *et al*, 2010).

A partir da década de 1970, também começaram a surgir em todo mundo os museus e centros de ciências, locais onde as demonstrações experimentais tornaram-se o centro das atenções de seus visitantes. Segundo Gaspar e Monteiro (2005), esse movimento deu início a um processo de resgate da prática da apresentação de demonstrações experimentais de ciências, não só nos chamados Centros de Ciências, mas também nas salas de aula.

Em 1982, a Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química promoveu o I Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), que foi realizado no Instituto de Química da Unicamp, sob a coordenação de Roseli Pacheco Schnetzler e de Maria Eunice Ribeiro Marcondes, pesquisadoras que contribuem para divulgação e crescimento das pesquisas no ensino de química, e até hoje esse evento é um dos mais importantes para a área (ROSA e ROSSI, 2008).

Durante o VII ENEQ, que aconteceu na UFMG em 1994, foi realizada a proposta para a criação da Revista Química Nova na Escola – QNEsc, dirigida a professores dos ensinos médio e fundamental, a cursos de licenciatura e a programas de formação continuada de professores de Química/Ciências. Essa revista representou mais um significativo passo dado ao fortalecimento da comunidade de pesquisadores em Ensino de Química do país. De maneira semelhante, essa área promove eventos de caráter regional intitulados “Encontros de Debates sobre Ensino de Química (EDEQs)”.

Já em 1997 criou-se, durante a realização do 1º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), a Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), que visa congrega pesquisadores em ensino e professores das várias ciências.

Esses eventos apresentam características que os ligam às especificidades do ensino das ciências. Há também outros, de caráter mais amplo, nos quais também são apresentados trabalhos relativos à área educacional, como por exemplo, as Reuniões Anuais da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPEd) e os Encontros Nacionais de Didática e Prática de Ensino (ENDIPE). Outros eventos de caráter regional ou local, como é o caso dos Seminários Sul Brasileiro de Ensino de Ciências, colaboram igualmente para disseminar a produção da área de ensino de Ciências (DELIZOICOV, 2004).

Além das atas publicadas por esses eventos como forma de expor os problemas enfrentados na área de ensino de ciências há também um número crescente de revistas que divulgam artigos que se referem às pesquisas em ensino de ciências. Entre as revistas nacionais que têm como objetivo a divulgação de artigos específicos, podemos citar a Revista de Ensino de Física, que é publicada pela Sociedade Brasileira de Física e foi lançada em 1979 e que, em 1992, passou a ser denominada de Revista Brasileira de Ensino de Física; o Caderno Catarinense de Ensino de Física, publicado pelo Departamento de Física da UFSC pela primeira vez em 1984 e que, em 2002, também teve alteração no título, passando a ser nomeado de Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

Além dessas, nos anos 1990 outras revistas foram lançadas, evidenciando o que pode ser chamado de um ápice no crescimento da área. Entre elas estão as revistas: *Investigação em Ensino de Ciências*, editada com o apoio do Instituto de Física da UFRGS; *Ciência e Educação*, publicação do Curso de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, UNESP/Bauru; *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, publicação do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da UFMG; *Química Nova na Escola*, publicação da Sociedade Brasileira de Química; *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, publicação da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (DELIZOICOV, 2004).

O crescente número de publicações e os trabalhos apresentados nas últimas décadas mostram que pesquisas sobre o ensino de Ciências voltadas para o ensino fundamental e médio têm enfatizado os diversos elementos relacionados ao papel das atividades práticas ou de demonstração. Porém ainda existem muitas publicações mais gerais relacionadas aos fundamentos da educação científica, seus objetivos, e seus condicionantes sócio-culturais políticos e econômicos. (BUENO *et al*, 2010).

Uma iniciativa desenvolvida nos anos 1970 e que sem dúvida foi uma das mais importantes para a divulgação científica desenvolvida no Brasil até hoje foi a coleção “Os Cientistas” lançada pela extinta FUNBEC em parceria com a editora Abril.

A Divisão Médica da FUNBEC - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento de Ensino de Ciências - teve sua origem na Universidade de São Paulo, em 1967 com recursos da Unesco. A FUNBEC era uma fundação de direito privado cuja única fonte de renda era a venda de equipamentos médico-eletrônicos, e cujos recursos eram revertidos ao ensino de ciências. Sem fonte de renda própria, a FUNBEC ficou dependente de fontes de financiamento do governo para sustentar os programas, vindo a encerrar suas atividades em 1988. A FUNBEC promovia cursos de aperfeiçoamento para professores de ciência, ensinando-os a usar materiais práticos nas aulas. A coleção “Os cientistas”, distribuída nas bancas de revista pela Editora Abril (tiragem: um milhão), foi uma criação da FUNBEC. A FUNBEC também ajudou na criação da Estação Ciência, com patrocínio da FAPESP (GASPAR, 1993).

A coleção “Os Cientistas”¹ encontra-se disponível no CEDOC² (Centro de Documentação em Ensino de Ciências), coordenado pelo FORMAR-Ciências (Grupo de Estudos e Pesquisas em Formação de Professores da Área de Ciências), da Faculdade de Educação da UNICAMP, que desenvolve estudos e pesquisas sobre a produção acadêmica e didática na área de Educação em Ciências - Ciências Naturais, Biologia, Física, Química, Geociências, Saúde e Educação Ambiental, nos diversos níveis escolares.

Diante de todas as dificuldades encontradas na educação, segundo Souza *et al*, (2008) alguns pesquisadores da área de ensino de ciências, preocupados em colaborar com o desenvolvimento educacional, produzem e apresentam materiais didático-pedagógicos alternativos (*kits*), como forma de possibilitar aos professores, o acesso a alguns instrumentos auxiliares à prática pedagógica, demonstrando-lhes que a partir de materiais encontrados no cotidiano e a baixo custo, é possível criar aulas mais atraentes e motivadoras, nas quais os alunos são envolvidos na construção de seu conhecimento.

4.2. A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

A expressão “atividade de demonstração”, no ambiente escolar, pode referir-se a qualquer apresentação realizada em sala de aula, não vinculada ao uso do quadro-negro como, por exemplo, a exibição de um filme ou de um slide, cuja atividade pode ser considerada pedagogicamente válida (GASPAR e MONTEIRO, 2005).

O ensino de Química, como o de outras ciências, tem por objetivo principal a formação do cidadão e sua preparação para lidar com o mundo moderno, com o trabalho e com a tecnologia de forma que ele possa fazer uso de conhecimentos químicos necessários à sua participação efetiva na sociedade. Nesse sentido, seria mais interessante que o aluno se apropriasse de conhecimentos que tivessem relação estreita

¹ Kit “Os Cientistas” - Disponível em <<http://www.redetec.org.br/inventabrasil/kitcienc.htm>> Acesso em 03/04/2010.

² Centro de Documentação em Ensino de Ciência (CEDOC) – Disponível em <<http://www.fe.unicamp.br/cedoc/>> Acesso em 03/04/2010.

com o seu cotidiano como: saber manusear substâncias químicas, interpretar informações veiculadas pelos meios de comunicação, compreender a linguagem química de alimentos e medicamentos, ter opinião crítica em relação a problemas sociais e ambientais que envolvam a química, entre outros (BRITO, 2008).

Assim, uma educação em química para a cidadania visa à tomada de decisão do aluno na resolução de problemas que envolvam a sua vida e a sociedade, e para isso são necessários conhecimentos que vão além do campo da ciência, e que valorizem a perspectiva política e atitudes valorativas. Nessa ótica, o ensino não pode se basear em aulas que exijam apenas a memorização de nomes e fórmulas ou o treinamento repetido na resolução de problemas padrões, tornando-se desinteressantes, mas sim em aulas bem preparadas e intercaladas, bem contextualizadas, com experimentos que despertem para o sentido prático das coisas, motivando o aluno a aprender (BRITO, 2008).

Em todos os cursos de capacitação ou atualização para professores da rede pública, a ausência de atividades experimentais, também chamadas aulas práticas, são freqüentemente apontadas pelos professores como uma das principais deficiências no ensino das disciplinas científicas no ensino fundamental e médio (BUENO *et al*, 2010).

Dessa forma, parece claro que os professores têm a consciência da necessidade de atividades práticas/experimentais, porém se justificam, como descrito por Nardi (1998), que nas escolas não existem condições adequadas para a realização das mesmas. Como, por exemplo, a falta de laboratórios e equipamentos nas escolas, o número excessivo de aulas, o que impede uma preparação adequada de aulas práticas; a desvalorização das aulas práticas que são conduzidas pela idéia errônea de que aulas práticas não contribuem para a preparação para o vestibular; a ausência do professor laboratorista; e a formação insuficiente do professor para desenvolver aulas práticas. A esse ultimo fator, está relacionada a quantidade insuficiente de professores formados em química, pois, muitas vezes, existe uma estrutura com muitos equipamentos nas escolas, mas os professores não sabem utilizá-los.

Apesar das justificativas mencionadas, Gaspar (2005) sugere alguns fatores que podem favorecer a demonstração experimental: a possibilidade de ser realizada com

um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica, a possibilidade de ser utilizada em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada e, talvez o fator mais importante, a motivação ou interesse que desperta e que pode predispor os alunos para a aprendizagem.

Segundo Bueno *et al* (2010), quando foram realizadas perguntas aos professores sobre a função e a importância da experimentação na ciência, foram obtidos três tipos básicos de resposta: as de cunho epistemológico, que assumem que a experimentação serve para comprovar a teoria, revelando a visão tradicional de ciências; as de cunho cognitivo, que supõem que as atividades experimentais podem facilitar a compreensão do conteúdo; e as de cunho moto-vocacional, que acreditam que as aulas práticas ajudam a despertar a curiosidade ou o interesse pelo estudo. A função do experimento é fazer com que a teoria se adapte à realidade; poderíamos pensar que, como atividade educacional isso poderia ser feito em vários níveis, dependendo do conteúdo, da metodologia adotada ou dos objetivos que se quer obter com a atividade (BUENO *et al*, 2010).

Dessa forma, nos dias atuais, a busca de um entendimento sobre como se realiza o aprendizado, a construção de conceitos científicos e o papel do professor (como mediador) nesse processo, é uma das tantas questões que vêm sendo feitas pelos diversos pesquisadores da área (FREITAS FILHO *et al*, 2008). Dentre as respostas possíveis, encontra-se a construção de sentidos e significados dos conceitos científicos adequados ao tempo histórico vigente, constituindo os alunos como sujeitos e cidadãos. Um processo que propicie o rompimento com o senso comum, favorecendo a operacionalização e o avanço na compreensão e significação desses conceitos deve ser implementado. Portanto, a apropriação dos conceitos científicos capacitará o cidadão a observar o seu entorno, a identificar os processos dinâmicos envolvidos na sua qualidade de vida e da dos demais seres vivos do planeta, e indicando-lhe caminhos que propiciem a busca das soluções científicas já existentes ou que ainda serão encontradas, garantindo-lhe uma consciência crítica e inovadora na sua vivência cotidiana (FREITAS FILHO *et al*, 2008).

Ainda segundo Freitas Filho *et al* (2008), o ensino experimental tem sido considerado um recurso útil para promover a aprendizagem. Entretanto, pesquisas revelam que muitos professores apresentam uma visão simplista da experimentação, imaginando ser possível “comprovar a teoria no laboratório”, e outros acreditam que a partir do laboratório se possa chegar às teorias, considerando, desta forma, que haverá pouca contribuição para a aprendizagem significativa (FREITAS FILHO *et al*, 2008).

A experimentação ligada ao ensino de Química, quando sozinha não apresenta uma forte ligação com o conhecimento, mas quando associada às concepções espontâneas e aos conceitos científicos, proporciona ao aluno a confirmação de suas idéias ou então à reestruturação das mesmas.

Para Santos e Schnetzler (1996), as atividades experimentais são relevantes quando caracterizadas pelo seu papel investigativo e sua função pedagógica em auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos. Conforme apontam Ausubel (1982 *apud* Freitas Filho *et al* 2008) o indivíduo constrói significado a partir de um ajuste conceitual entre o conceito apresentado e o conhecimento prévio, sem deixar de considerar a sua predisposição para realizar essa construção. A teoria da aprendizagem significativa tem como base o princípio de que o armazenamento de informações ocorre a partir da organização dos conceitos e suas relações, hierarquicamente dos conceitos mais gerais para os mais específicos (FREITAS FILHO *et al*, 2008).

Brito (2008) descreveu que o ensino de química deve ser baseado principalmente em temas químicos sociais, como: química dos medicamentos e dos produtos de limpeza, química ambiental, recursos energéticos e química dos alimentos. Abordados em sala de aula, esses assuntos mostram ao aluno onde ele pode aplicar o conhecimento adquirido, permitindo assim uma visão mais elaborada de mundo, propiciando situações em que ele como cidadão possa tomar atitudes, mais facilmente, na resolução de problemas, na avaliação de custos e na busca de alternativas.

Considerando-se que o objetivo do ensino de Química é desenvolver nos educandos conhecimentos, valores, atitudes, pensamento lógico integrado ao bem estar social e ambiental que permitam o exercício da cidadania, pode-se apontar algumas estratégias de ensino que possibilitem o desenvolvimento de tais objetivos (BRITO 2008).

Dessa forma, são indicadas ações que promovam o ensino de Química a partir do uso da informação, da investigação e da experimentação como a leitura de textos científicos, desenvolvimento de seminários, pesquisa bibliográfica, elaboração de projetos científicos, participação em grupos de pesquisa, ações comunitárias, pesquisas de campo e visitas a universidades. Segundo as propostas curriculares pesquisadas, tais atividades propiciam aos alunos desenvolverem competências e habilidades levando em conta fatores socioeconômicos e ambientais para desenvolver a tomada de decisão (BRITO, 2008).

Nas práticas educativas atuais tem sido difícil envolver os pais e a comunidade de forma ativa, pois vivemos atualmente numa condição social em que o homem acaba por desagregar valores diante das muitas circunstâncias com que tem que lidar diariamente, em diferentes dimensões como: a família, a visão política, o trabalho, relacionamentos, religião, finanças. Nesse sentido, o professor pode ser considerado um profissional solitário, devendo dar conta de todas as aspirações da escola, dos alunos, dos pais e da comunidade. A escola, no entanto, precisa se apoiar na sociedade, apontando soluções para esses problemas, e não apenas esperar que isso aconteça por intermédio do governo, ou seja, de cima para baixo. Desta maneira, o comprometimento de todos com a prática escolar e a interação da escola com a comunidade pode ser uma boa maneira de trocar experiências visando à educação para a cidadania, já que essa também é uma construção coletiva, ou seja, não se pode ser cidadão sozinho (BRITO, 2008).

O ensino de Química, centralizado na figura do professor, deve dar lugar a uma educação em química onde a construção do conhecimento é feita de maneira dialogada, não apenas para chamar a atenção do aluno como se tem feito, e sim buscando a aprendizagem a partir de situações do cotidiano, da experimentação, da contextualização e da interdisciplinaridade visando o resgate de uma ciência mais humanística baseada em valores e visando à formação do aluno (BRITO, 2008).

Quando falamos de experimentação, principalmente na área de ciências, essa palavra nos remete a atividades de demonstração experimental em sala de aula, que podem ter como um dos principais objetivos a aproximação dos alunos ao cotidiano, pois a atividade experimental de demonstração compartilhada por toda classe sob a

orientação do professor, em um processo interativo que de certa forma simula a experiência vivencial do aluno fora da sala de aula, enriquece e fortalece conceitos espontâneos associados a essa atividade e talvez até os faça surgir, além de poder oferecer os mesmos elementos de força e riqueza característicos desses conceitos para a aquisição dos conceitos científicos que motivaram a apresentação da atividade (GASPAR, 2005).

Ainda com relação as atividades de experimentação ou demonstrações experimentais não se pode deixar de relacioná-los com materiais didáticos, que são elementos facilitadores da aprendizagem e que levam o aluno a realmente experimentar e visualizar os conceitos teóricos aprendidos e a sua ligação com as atividades do cotidiano ou com as informações obtidas a partir da comunidade ou de familiares.

Juntamente com os materiais didáticos, podem ser trabalhadas diversas disciplinas para apresentar diversos problemas enfrentados pelos alunos no dia-a-dia e mostrar como é possível resolver problemas oriundos da vida real, visualizar a interação entre as disciplinas e desenvolver novas competências que poderão ser usadas profissionalmente.

É, portanto, um desafio, oferecer materiais didáticos e metodologias que estimulem a busca de novos conhecimentos pelo aluno. Nesta perspectiva, Leitão *et al* (2005) descreve que o material didático não precisa conter todos os conteúdos e todas as possibilidades de aprofundamento da informação oferecida, já que a lógica de organização enciclopédica dos conhecimentos vem perdendo força a cada dia em nossa sociedade, uma vez que as tecnologias de comunicação e de informação possibilitam acesso rápido e difuso a conteúdos de alta qualidade.

Deste modo, mais importante que ofertar todos os conteúdos de um curso em seu material didático, é oferecer suportes teóricos e estratégias metodológicas, em uma perspectiva interativa que motive o aluno à busca de conhecimentos, possibilitando, assim, o desenvolvimento de competências profissionais.

A Coordenação Pedagógica do Programa de Educação a Distância, da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca – EAD/ENSPE, apresentou em 2005 o documento “Elaboração de material didático impresso para programas de formação à

distância: orientações aos autores”. Nele são descritas instruções claras e objetivas para elaboração de materiais didáticos e, segundo os autores, o sucesso de um curso a distância é diretamente proporcional à qualidade do material pedagógico. E no caso específico dos materiais didáticos impressos, de acordo como documento mencionado, a qualidade pedagógica é compreendida não só no sentido da forma, do conteúdo e do alcance dos objetivos, mas, fundamentalmente, na possibilidade de utilização de materiais interativos, estimulantes, compreensíveis e atraentes. Dessa afirmação pode-se relacionar essa lógica aos diversos tipos de materiais didáticos, sejam eles impressos ou demonstrativos e também aos vários níveis de ensino, pois a qualidade deve ser a mesma independentemente da sua aplicação.

Para a elaboração de materiais didáticos deve-se seguir as seguintes etapas, descritas por Leitão *et al* (2005):

A) Objetivos do material didático

- Proporcionar os conhecimentos fundamentais;
- Fornecer conteúdos mínimos que possibilitem a organização do conhecimento prévio;
- Fornecer ferramentas e informações;
- Facilitar a aquisição das competências técnicas específicas;
- Estimular a participação do aluno na comunidade;
- Promover a reflexão sobre o processo de trabalho.

B) Estrutura Programática dos cursos

A Classificação Brasileira de Ocupações - CBO deverá servir de balizamento para a construção do material didático dos cursos propostos, em todas as suas etapas. É na CBO que os autores deverão consultar os objetivos e as competências que se busca desenvolver através de determinado curso como um todo.

B) Princípios pedagógicos

C)

- Construção dos textos do material; a partir da temática a ser trabalhada, é importante questionar o aluno sobre seus conceitos, vivências e percepções, favorecendo um movimento de prática-teoria-prática;
- Possibilidade do aluno assumir um papel ativo dentro do processo de ensino aprendizagem: nesse contexto de aprendizagem, a teoria ganha sentido, pois subsidia a compreensão dos problemas, contribuindo para avançar na busca de resolução desses problemas – aprendizagem significativa;
- Respeito aos conceitos-chave: evitar que os autores se excedam em aspectos que possam ser irrelevantes para o desenvolvimento daquele tema, além de nortear a elaboração das atividades.

D) Linguagem

A produção de um material didático precisa ser cuidadosa em relação à linguagem de seus textos, qualquer que seja o nível do curso ou grau de escolaridade de seu público-alvo. Ressaltamos, nos itens que seguem, alguns desses cuidados:

- Privilegiar uma linguagem clara, objetiva e coloquial, adequada às características da clientela, especialmente quanto ao nível de escolaridade, idade e interesses; isso permite uma leitura leve e agradável, de mais fácil compreensão;
- Elaborar o texto de forma a dialogar o máximo possível com o aluno, adotando algumas estratégias na produção de um material didático que incentivem esta dialogicidade.

E) Articulação forma-conteúdo

É importante que os autores sempre se perguntem: como desenvolver melhor determinado conteúdo? Que recursos podem ser utilizados?

Recursos devem ser selecionados e incluídos no material sempre na perspectiva de agregar elementos que possam contribuir para a reflexão e o enriquecimento do assunto tratado. Os recursos incluídos no material didático devem vir acompanhados das respectivas fontes e datas.

F) Abordagem baseada em problemas/casos³

É importante atentar para os seguintes aspectos na elaboração de casos:

- Selecionar fatos reais, possíveis do profissional se deparar em seu campo de trabalho;
- Buscar construir um “esqueleto” do curso, tentando relacionar os casos selecionados com as competências que ele visa desenvolver;
- Elaborar questões que conduzam o aluno à reflexão e ao questionamento.

G) Atividades de avaliação

É necessário considerar os seguintes aspectos:

- A avaliação do processo educativo não é um fim em si mesma;
- O desenvolvimento da compreensão sobre a avaliação como processual e viabilizadora de mudanças;
- A clareza nos critérios de avaliação;
- O uso de diferentes formas de avaliação (relatórios, sínteses, reflexões, elaboração de textos, pesquisas);
- A relação necessária entre as atividades de avaliação escolhidas e os objetivos e competências estabelecidos.

H) Estrutura

Algumas reflexões se fazem necessárias antes do processo de organização dos conteúdos (elaboração dos textos propriamente dita):

³ O termo problemas/casos pode ser relacionado ao PBL – Aprendizagem baseada em Projetos

- Analisar o curso como um todo, em busca da coerência interna do material;
- Construir um material que amplie a visão do aluno;
- Estruturar o material de forma clara, que propicie fácil manuseio e identificação de cada uma de suas partes / elementos;
- Prever a inclusão, no material didático, de seções especiais, como, por exemplo, de questões para reflexão, de dicas, de glossário, que se constituem recursos para: i) maior interação do aluno com o material; ii) para dialogar com o texto, e, ainda, iii) para facilitar a navegação e articulação dos conteúdos.

Dentre os itens que podem compor a estrutura de um material didático, estão sugeridos aqueles considerados básicos, embora outros também possam ser agregados, tendo em vista as especificidades do curso a que o material se destina. São eles:

- Sumário: objetivo, apresentando, preferencialmente, títulos e subtítulos até o terceiro nível da hierarquia de títulos;
- Apresentação e/ou Introdução: traz considerações gerais dos autores, objetivos do material/curso, importância dos temas tratados, contexto em que a publicação se situa;
- Capítulos;
- Referências Bibliográficas;
- Anexos.

Para a elaboração do roteiro de atividades da cartilha do biodiesel foi usada essa abordagem, descrita por Leitão *et al* (2005), com o objetivo de tornar o material dotado dos princípios de acordo com as instruções para autores de materiais didáticos.

4.3. KITS DIDÁTICOS COMERCIALIZADOS E KITS ALTERNATIVOS DE BAIXO CUSTO

Tendo em vista a proposta contida na tese de elaboração de um material didático para o tema Biodiesel e a discussão em torno da importância dos materiais didáticos como subsídios na construção do conhecimento sobre Química, foi realizado um levantamento dos principais “kits didáticos” comerciais oferecidos por algumas empresas no mercado nacional e internacional.

O grupo internacional de empresas 3B Scientific é especializado na produção e na comercialização de materiais didáticos para as ciências naturais e para a formação médica. Essa empresa oferece materiais didáticos para todos os níveis de escolaridade, desde o ensino fundamental até o superior. Eles comercializam o que designam de Sistema de Aparelhos para Experimentação Didática (SED), que para Física, por exemplo, inclui kits de mecânica, elétrica, térmica e ótica com um custo variando de R\$560,00 até aproximadamente R\$1900,00. Já um aparelho didático para acústica pode chegar a custar aproximadamente R\$2500,00⁴. Para muitas escolas, principalmente as escolas públicas, esses valores são considerados muito altos, dessa forma inviabilizando a sua aquisição.

A empresa de equipamentos didáticos Maxwell produz kits e equipamentos para Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio, Ensino Profissionalizante e Ensino Superior nas áreas de Biologia, Ciências, Física e Química. Para a área de Química a empresa disponibiliza, por exemplo, uma maleta com reagentes diversos e um módulo de Química bem completo que possibilita o estudo das propriedades gerais da matéria, processos de separação das misturas, reações químicas, funções químicas, termoquímica, eletroquímica (eletrólise), soluções, cinética química e química orgânica. Segundo o fornecedor esse módulo atende escolas de nível médio, escolas técnicas e cursos de Licenciatura em Química. Para a área de Física a empresa disponibiliza o módulo de Física que é destinado ao estudo da mecânica dos sólidos,

⁴ Informações obtidas pelo site do fornecedor: <http://www.3bscientific.com.br>

mecânica dos fluidos, termologia, eletricidade, magnetismo, eletromagnetismo, óptica e ondas⁵.

A Azeheb Indústria de Equipamentos atua no desenvolvimento, fabricação e fornecimento de produtos para o ensino de Física. Essa empresa oferece materiais para termodinâmica (maquina de vapor, dilatômetro linear, conjunto de propagação de calor), ótica (banco ótico, conjunto para estudo de raias espectrais), mecânica (Lei de Hooke, pendulo simples, roldanas), eletromagnetismo (transformador desmontável, gerador elétrico manual de mesa com blecaute), eletricidade (laboratório didático de eletricidade, gerador de Van de Draaff), acústica e ondas (conjunto de acústica e ondas, cuba de ondas), além de interfaces, sensores e softwares⁶.

A Atelier de Brinquedos Científicos desenvolve uma linha de equipamentos didáticos para trabalhar com ciências em sala de aula e entre elas os temas trabalhado, destacam-se: mecânica (looping, roldanas, planetário, giroscópio), calor (anel de Gravesand, turbina de Heron, calorímetro), eletricidade (máquina eletrostática de Winshurst, gerador eletromagnético, mini-hidrelétrica) e óptica (disco de Newton)⁷.

A Hiperlab oferece a linha Leybold Didactic que criou um complemento para todo o sistema de Ciências Naturais na área de ensino médio. Na área de Química a empresa oferece *kits* para: Química Inorgânica (bases, processos de separação de água, ar, gás e as propriedades, ácidos, teor, sais, metais e não metais); Química Orgânica (comprovação de carbono, destilação de óleo cru e o uso de fração de óleos, carbonos, álcool, aldeídos e cetonas, ácidos carbônicos e ésteres); Química Física (processos eletroquímicos, moléculas e energia); Química Analítica (provas iniciais, comprovação anions/cátion, cromatografia e titração). Já na área de Física a empresa oferece os seguintes *kits*: *Kit* de Física Mecânica: 26 experimentos (medição, massas e forças, máquinas, pendulação); *Kit* de Física Ótica: 22 experimentos (propagação da luz, ótica dos raios, instrumentos óticos, ciência de cores); *Kit* de Física Eletricidade: 33 experimentos (eletrostática, circuitos simples, fundamentos de eletricidade,

⁵ Informações obtidas pelo site do fornecedor: <http://maxwell.studiogt.com.br/index.php>

⁶ Informações obtidas pelo site do fornecedor: <http://www.azeheb.com.br>

⁷ Informações obtidas pelo site do fornecedor: <http://atelierciencias.br.tripod.com/atelier.htm>

magnetismo, eletromagnetismo, eletroquímica); *Kit de Física Hidrostática/Calor*: 19 experimentos (hidrostática, termodinâmica)⁸.

Comparando as empresas que comercializam esses produtos pode-se verificar que o foco principal desses *kits* está bastante voltado para ensino de Física.

Há também a empresa americana chamada Thames & Kosmos que comercializa diversos tipos de *kits* voltados para ciências. O *kit* mais completo de Química conta com um manual explicativo de 178 páginas coloridas e a possibilidade de realizar diversos experimentos, entre eles, indicadores químicos, separação de misturas, cromatografia, transferência de elétrons, eletrólise, eletroquímica, combustíveis fósseis, álcool, óleos, sabões e detergentes. Esse *kit* pode ser adquirido pelo site pelo valor de USD\$ 239.95⁹.

Dos *kits* didáticos oferecidos comercialmente, podem ser encontrados sistemas clássicos muito interessantes com experimentos simples e com boa visualização, porém esses materiais muitas vezes não remetem o aluno ao cotidiano, pois não estão diretamente ligados aos fatos do dia-a-dia e nem há uma ligação direta com as informações que estão nas revistas, jornais e televisão. Dessa forma cabe ao professor fazer essa ligação do conteúdo específico com a realidade ou o dia-a-dia dos alunos.

Laboratórios bem equipados, *kits* didáticos bem estruturados não garantem que as atividades experimentais sejam realmente significativas no ensino, pois para torná-las significativas é preciso que o professor conecte as atividades com o dia-a-dia adequadamente (CARDOSO *et al* 2009).

A pertinência e adequação desses *kits* comerciais são inquestionáveis, porém esses materiais, tanto os importados quanto os nacionais, ainda apresentam um custo bastante elevado, o que torna a sua aquisição, pelas escolas, pouco viável, principalmente para escolas públicas.

Considerando-se a importância do uso da experimentação no cotidiano escolar, alguns autores sugerem a possibilidade do professor procurar meios alternativos para realizar experimentos em sala de aula, conforme descrito a seguir pelos autores Lima e Matos (2008) e Cardoso *et al* (2009).

⁸ Informações obtidas pelo site do fornecedor: <http://www.hiperlab.com.br>

⁹ Informações obtidas pelo site do fornecedor: <http://www.thamesandkosmos.com>

Lima e Matos (2008) descrevem o uso de materiais alternativos para o experimento de Transformação Isocórica - comprovação da lei de Gay-Lussac. Entre os materiais usados estão: frasco de vidro pequeno ou uma garrafa de vidro, caixa ou copo de isopor, resistência elétrica, garra jacaré, mangueira de soro, papel milimetrado, suporte de madeira ou isopor.

Cardoso *et al* (2009) descrevem a experimentação de uma solução iônica com materiais muito simples, utilizando somente uma fonte 12 volts, um pisca de moto, um “tê” de PVC e um suporte.

Esses exemplos mostram como é possível utilizar materiais simples, que muitas vezes são encontrados como sucatas. Além disso, a construção desses materiais pode ser realizada com o auxílio dos próprios alunos, de maneira a despertar o interesse e a curiosidade pela ciência.

Neste sentido, pode-se dizer que mais importante do que *kits* profissionais, para que o aluno sinta-se motivado e desenvolva seu próprio conhecimento, é necessário que a experimentação esteja bem articulada com os conhecimentos teóricos e ligada ao cotidiano do aluno, pois a experimentação deve servir como um auxílio para o processo de ensino-aprendizagem.

CAPÍTULO 5. DESENVOLVIMENTO METODOLOGICO DO *KIT* DIDÁTICO

O *kit* didático de biodiesel foi desenvolvido de forma a facilitar a aprendizagem dos conceitos de Química usando como temática uma fonte de energia renovável presente na matriz energética brasileira. Junto ao *kit* foi desenvolvido um referencial teórico (cartilha) com o objetivo de contribuir para a reflexão sobre o assunto a ser desenvolvido em sala de aula.

5.1 CONTEXTO SOCIAL E EDUCACIONAL DO *KIT* DE BIODIESEL

Os combustíveis derivados do petróleo são as principais fontes mundiais de energia até o presente momento. No entanto, dois fatores têm mobilizado os pesquisadores a buscarem fontes de energia renováveis; o primeiro é que estudos demonstram que os recursos do petróleo podem ficar cada vez mais escassos; o outro fator, e mais importante, diz respeito à preocupação com a preservação ambiental.

O biodiesel, como já descrito no capítulo 2, é uma fonte de energia renovável presente na matriz energética brasileira. Essa fonte de energia alternativa vem sendo estudada e dentro de pouco tempo pode se tornar um combustível com grande potencial para substituir os combustíveis de fontes não renováveis (OLIVEIRA, 2004). Dado seu contexto de surgimento, suas qualidades e propriedades de produção, o uso desse biocombustível pode ser amplamente explorado para desenvolver competências e habilidades ligadas ao ensino da Química.

Dentre as fontes de biomassa disponíveis, os óleos vegetais têm sido largamente investigados como fontes de energia renovável (OLIVEIRA, 2004), pois proporcionam uma geração descentralizada de energia e um apoio à agricultura familiar, valorizando potencialidades regionais e oferecendo alternativas a problemas econômicos e sócio-ambientais. Neste contexto surge o biodiesel, um combustível obtido a partir de uma reação de transesterificação de um óleo com um álcool na presença de um catalisador (RAMOS, 2003).

Segundo Costa Neto (2000), algumas pesquisas que investigam a produção de biodiesel apontam que este também pode ser obtido a partir de óleos vegetais que já

foram utilizados na fritura de alimentos, o que permite aproveitar resíduos que hoje são descartados diretamente no esgoto doméstico e causam inúmeros prejuízos ao meio ambiente, como, por exemplo, a poluição dos rios.

Dessa forma a temática do biodiesel pode ser utilizada para se trabalhar um contexto social amplo, proporcionando discussões que adentram questões não somente ligadas ao ensino de Química, mas a assuntos relacionados à educação ambiental, ao uso racional de recursos energéticos, entre outros temas capazes de gerar situações problemas para o desenvolvimento de projetos educacionais.

O atual enfoque na mídia para as tecnologias de obtenção e produção do biodiesel e os incentivos governamentais para as pesquisas (RAMOS, et al, 2004) o tornaram um tema tecnológico relevante, atual e comum no cotidiano dos brasileiros.

Freqüentemente, para mostrar ao aluno em formação a importância social dos conhecimentos adquiridos na escola é desejável a introdução de abordagens que se fundamentem no cotidiano do aluno. A partir dessa contextualização é mais fácil despertar o interesse dos alunos para o conhecimento e obter-se melhores resultados na aprendizagem (LUFTI, 1988, 1992). Nesta pesquisa, propôs-se estudar e desenvolver um *kit* educacional para produção de biodiesel com objetivo de servir como ferramenta para o ensino de Química e educação ambiental. O material tem como proposta, em um primeiro momento, contextualizar conceitos e processos químicos, mas também induzir os professores e alunos de ensino médio a discutir a importância da conscientização ambiental, a necessidade da reciclagem de resíduos, a investigação de uma alternativa que retire do meio ambiente um poluente e a possibilidade de obtenção de uma fonte de energia renovável.

Segundo Astolfi e Develay (1998) e Saviani (2000), o processo educativo tem sido considerado como uma das possibilidades para equipar um grande número de pessoas com informações e competências para participar de debates emergentes e cada vez mais presentes na nossa sociedade. Desta forma, pode-se considerar que cabe ao ensino de ciências (Química), em particular, dotar os alunos de condições essenciais para a solução de questões científicas e técnicas do cotidiano, e propiciar-lhes o desenvolvimento de atitudes e métodos de pensamento próximos aos dos cientistas.

Com a implantação da Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei 9394/96, o ensino médio foi instituído como uma etapa final na educação básica (BRASIL, 1996). O currículo e os seus conteúdos passaram a ser tratados pelas escolas de ensino médio e seus professores como necessários para formação dos estudantes como cidadãos e não somente para prepará-los para o ensino superior. Desde então, o ensino médio passou ter como objetivo principal a formação de cidadãos mais capacitados para o mercado de trabalho (ANDRADE, 2007).

Em 1999 foi lançado pelo MEC os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 1999), que tiveram como objetivo orientar a implementação das mudanças no currículo. Em 2002 houve a complementação dos conteúdos chamada de PCN+. A reflexão dos professores sobre esses documentos levou à criação do PCN em Debate em 2004 e posteriormente à criação do PCN 2006. Esses documentos trazem como orientação o uso de temas contextualizadores do ensino, como, por exemplo, temas ambientais e sociais. Dentro desses temas podem ser incorporados assuntos como combustíveis e poluição, que podem trazer para a sala de aula assuntos diretamente relacionados à realidade dos alunos.

Quando se fala em processo educativo, a disponibilidade e utilização de materiais didáticos são extremamente pertinentes, pois tanto para professor quanto para os alunos dispor de materiais adequados para cada situação ou temática de aprendizagem pode influenciar na qualidade do ensino. Sabe-se que no dia-a-dia da escola os professores de Química enfrentam várias dificuldades para utilizar adequadamente os materiais didáticos, que podem se caracterizar pela falta de tempo para organizar os materiais ou mesmo a inexistência de laboratórios e instrumentos para realizar experimentos (SCHNETZLER E ARAGÃO, 1995).

Conforme apontado no capítulo 4, existem materiais didáticos comerciais, desenvolvidos para a elaboração de experimentos que abordam conteúdos específicos tais como: ligações químicas, deslocamento de equilíbrio, eletrólise da água, estudo dos gases perfeitos, produção de sabão, indicadores de ácido-base; velocidade de uma reação química; natureza dos materiais; modelos moleculares, pilha de Daniel, reações químicas reversíveis e irreversíveis, separação de misturas, entre outros. No entanto,

pode-se notar, no material pesquisado, que estes não são articulados entre si, pois cada tópico da Química é tratado isoladamente.

Uma das tendências atuais em termos de metodologia de ensino é o chamado aprendizagem baseada em projeto, cuja principal premissa é permitir uma aprendizagem baseada na participação ativa dos educandos, vivenciando as situações-problema, refletindo sobre elas, e tomando atitudes diante dos fatos. Portanto, é de grande importância não se tratar a aquisição do conhecimento de forma fragmentada, mas sim por meio de um tema gerador, no qual uma ampla gama de conteúdos são vistos dentro de um contexto que lhes dá sentido (HERNÁNDEZ, 1998).

Segundo MARKHAM *et al* (2008) do Instituto BIE – *Bulk Institute for Education*¹⁰ a aprendizagem baseada em projetos deve focar padrões que reflitam a ênfase dada atualmente ao desenvolvimento do conhecimento, domínio do conteúdo, o desempenho e ao sucesso na aprendizagem. Com esse objetivo o método enfatiza a formulação e implementação de projetos focados em padrões e se baseia em cinco princípios de projetos: (i) Comece com o fim em mente; (ii) Formule a questão orientadora; (iii) Planeje a avaliação; (iv) Mapeie o projeto e (v) Gerencie o processo.

Um aspecto importante nesta abordagem é a elaboração de uma questão norteadora para o projeto, que deve contemplar um problema autêntico, contendo um foco central para a investigação do aluno. Essa questão deve abranger o conteúdo a ser estudado e os resultados esperados do projeto, além de deve servir de guia para a sua execução.

O trabalho proposto nesta pesquisa procurou desenvolver-se neste sentido, um referencial teórico, materiais e métodos para trabalhar com a temática do biodiesel, cabendo ao professor analisar quais assuntos e propostas presentes em um manual (cartilha) podem contribuir para a reflexão sobre o assunto a ser desenvolvido em sala de aula, considerando sempre a variedade de linguagens, de abordagens e de pontos de vista. Cabe a ele ainda decidir com quais objetivos podem ser usadas as atividades experimentais realizadas em laboratório, de modo a se tornarem mais envolventes, produtivas e eficazes quando utilizadas para verificar e testar hipóteses sobre os problemas levantados tanto pelo professor quanto pelos alunos.

¹⁰ Disponível em <<http://www.bie.org>>

Embora o *kit* didático de biodiesel proposto contemple apenas fins educacionais, acredita-se que seja importante que o biocombustível produzido por meio do *kit* tenha um padrão mínimo de qualidade que o caracterize como combustível passível de ser utilizado. O biodiesel, quando produzido para ser comercializado deve atender algumas exigências de qualidade que são baseadas em normas estabelecidas por agências regulamentadoras.

Assim, buscou-se realizar uma série de análises com o biodiesel produzido por meio do *kit*, com o intuito de caracterizar se o material produzido está de acordo com as normas para esse combustível. O objetivo de se relacionar parâmetros de qualidade a um *kit* educacional de produção de biodiesel é transmitir ao aluno toda rota produtiva pela qual um produto deve passar para chegar ao mercado consumidor. Assim é possível fazer uma relação entre o que os alunos aprendem na escola com atividades profissionais, mercado de trabalho, o que também vem a contribuir para a sua formação profissional.

5.2. ASPECTOS TÉCNICOS DO BIODIESEL

O diesel é um dos combustíveis mais utilizados no mundo e, sendo assim, é de vital importância no setor econômico de um país em desenvolvimento. Sua alta demanda traz como principal consequência a poluição ambiental, que tem resultado em uma crescente necessidade de desenvolver fontes de energias renováveis sem limites de duração e de menor impacto ambiental. Dessa forma, está havendo um estímulo muito grande por parte dos pesquisadores por fontes alternativas para os combustíveis à base de petróleo (GERIS *et al*, 2007).

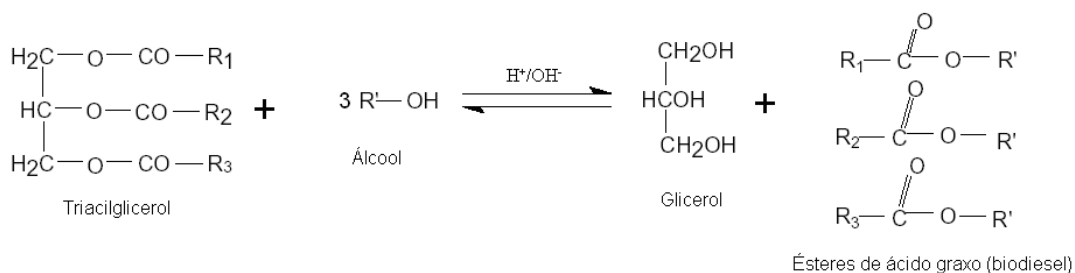
Segundo Lima (2008), uma das alternativas mais estudadas como forma de substituição dos combustíveis fósseis, em específico o diesel, é o biodiesel, que é definido pela lei N° 11.097 datada de 13 de janeiro de 2005, como sendo um “biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão 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” (BRASIL, 2005b). Os órgãos americanos *American Society for Testing and Materials* (ASTM) e *National Diesel Board* definiram o biodiesel como o derivado mono-alquil éster de ácidos graxos de cadeia longa, proveniente de fontes renováveis como óleos vegetais ou gordura animal (LIMA, 2008).

Quimicamente, os óleos e gorduras animais e vegetais consistem de moléculas de triacilglicerídeos, as quais são constituídas de três ácidos graxos de cadeia longa ligados na forma de ésteres a uma molécula de glicerol. Esses ácidos graxos variam na extensão da cadeia carbônica, no número, orientação e posição das ligações duplas. Entretanto, o uso de óleos vegetais puros, sem nenhuma modificação, como combustíveis alternativos para equipamentos a diesel é considerado insatisfatório e impraticável, por apresentar uma série de fatores limitantes, como alta viscosidade, quantidade de ácidos graxos livres, combustão incompleta e baixa volatilidade, que resultam na formação de depósitos nos injetores de combustível dos motores de automóveis e máquinas. Uma forma de superar esse problema é a derivatização dos triacilglicerídeos e nesse caso algumas alternativas podem ser consideradas para resolver esse problema, como por exemplo: a diluição; emulsificação através da

formação de micro-emulsões usando como solventes, metanol, etanol ou butanol; a pirólise; o craqueamento catalítico empregando sais metálicos (ex. $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ a 450 °C); e a transesterificação com etanol ou metanol (PINTO *et al*, 2005 e GERIS *et al*, 2007).

A transesterificação, além de ser um processo muito simples também é o mais encontrado na literatura como alternativa para a produção de biodiesel. A transesterificação reduz em um terço a massa molecular em relação aos triglicerídeos, além de reduzir a viscosidade e aumentar volatilidade (PINTO *et al*, 2005).

A reação de transesterificação, que pode ser observada na Figura 3, se constitui na reação de um óleo ou vários tipos de óleos na presença de álcoois primários que pode ser promovida por catalisador ácido ou básico. Para a reação de transesterificação é necessário um excesso de álcool devido a reversibilidade da reação (NETO, 200).



Fonte: LIMA (2008)

FIGURA 3. Reação de transesterificação de triacilglicerol com álcool primário produzindo glicerol e ésteres (biodiesel)

O metanol e o etanol são os álcoois primários mais produzidos em escala industrial e seus usos nas reações de transesterificação têm sido frequentes. A utilização do metanol no processo de transesterificação apresenta algumas vantagens em relação ao uso do etanol, e entre elas está a facilidade de obtenção do metanol comercial com baixos teores de água, a utilização de equipamentos menores e conseqüentemente o menor consumo de energia, maior produtividade e maior velocidade reacional com menor consumo de álcool. Porém a rota metálica também apresenta algumas desvantagens, pois, apesar da possibilidade de se produzir metanol a partir de biomassa, ele é tradicionalmente obtido de fontes não renováveis e é altamente tóxico (SILVA, 2005).

O etanol traz como desvantagem o tamanho da cadeia carbônica que é superior à do metanol, ocasionando dessa forma uma maior miscibilidade dos ésteres etílicos produzidos na glicerina, o que dificulta a separação das fases. Outro problema encontrado na rota etílica é o fato do etanol ter um maior teor de água, o que pode prejudicar a transesterificação. Não obstante, o mercado brasileiro para a produção do etanol anidro já está bastante consolidado.

No Brasil, as especificações dos padrões de qualidade do biodiesel seguem a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e normas internacionais como a ASTM, *International Organization for Standardization* (ISO) e *Comité Européen de Normalisation* (CEN) (ANP, 2008). Como podem ser observadas na Tabela 1, várias propriedades foram padronizadas, tais como massa específica, viscosidade cinemática, ponto de fulgor, teor de enxofre, número de cetano, teor de glicerina livre e total, teor de acilgliceróis, dentre outros. É de grande importância que o biodiesel brasileiro atenda às especificações mínimas de qualidade, o que não somente preservaria a integridade dos veículos automotores, como também atenderia aos padrões internacionais do produto.

TABELA 1. Especificações do Biodiesel¹¹

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE	MÉTODO		
			ABNT NBR	ASTM D	EN/ISO
Aspecto	-	LII ⁽¹⁾	-	-	-
Massa específica a 20° C	Kg/m ³	850-900	7148 14065	1298 4052	EN ISO 3675 - EN ISO 12185
Viscosidade Cinemática a 40°C	mm ² /s	3,0-6,0	10441	445	EN ISO 3104
Teor de Água, máx. ⁽²⁾	mg/kg	500	-	6304	EN ISO 12937
Contaminação Total, máx.	mg/kg	24	-	-	EN ISO 12662
Ponto de fulgor, mín. ⁽³⁾	°C	100,0	14598	93 -	EN ISO 3679
Teor de éster, mín	% massa	96,5	15342 ⁽⁴⁾ (5)	-	EN 14103
Resíduo de carbono ⁽⁶⁾	% massa	0,050	-	4530	-
Cinzas sulfatadas, máx.	% massa	0,020	6294	874	EN ISO 3987
Enxofre total, máx.	mg/kg	50	- -	5453	- EN ISO 20846 EN ISO 20884

¹¹ ANP, 2008

Notas:

(1) LII – Límpido e isento de impurezas com anotação da temperatura de ensaio.

(2) O limite indicado deve ser atendido na certificação do biodiesel pelo produtor ou importador.

(3) Quando a análise de ponto de fulgor resultar em valor superior a 130°C, fica dispensada a análise de teor de metanol ou etanol.

(4) O método ABNT NBR 15342 poderá ser utilizado para amostra oriunda de gordura animal.

(5) Para biodiesel oriundo de duas ou mais matérias-primas distintas das quais uma consiste de óleo de mamona: a) teor de ésteres, mono-, diacilgliceróis: método ABNT NBR 15342; b) glicerol livre: método ABNT NBR 15341; c) glicerol total, triacilgliceróis: método ABNT NBR 15344; d) metanol e/ou etanol: método ABNT NBR 15343.

(6) O resíduo deve ser avaliado em 100% da amostra.

(7) Estas características devem ser analisadas em conjunto com as demais constantes da tabela de especificação a cada trimestre civil. Os resultados devem ser enviados pelo produtor de biodiesel à ANP, tomando uma amostra do biodiesel comercializado no trimestre e, em caso de neste período haver mudança de tipo de matéria-prima, o produtor deverá analisar número de amostras correspondente ao número de tipos de matérias-primas utilizadas.

(8) Poderá ser utilizado como método alternativo o método ASTM D6890 para número de cetano.

(9) O limite máximo de 19°C é válido para as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Bahia, devendo ser anotado para as demais regiões. O biodiesel poderá ser entregue com temperaturas superiores ao limite supramencionado, caso haja acordo entre as partes envolvidas. Os métodos de análise indicados não podem ser empregados para biodiesel oriundo apenas de mamona.

(10) Os métodos referenciados demandam validação para as matérias-primas não previstas no método e rota de produção etílica.

TABELA 1. Especificações do biodiesel – continuação

Sódio + Potássio, máx.	mg/kg	5	15554	-	EN 14108
			15555		EN 14109
			15553		EN 14538
			15556		
Cálcio + Magnésio, máx.	mg/kg	5	15553	-	EN 14538
			15556		
Fósforo, máx.	mg/kg	10	15553	4951	EN 14107
Corrosividade ao cobre, 3h a 50 °C, máx.	-	1	14359	130	EN ISO 2160
Número de Cetano ⁽⁷⁾	-	Anotar	-	613 6890 ⁽⁸⁾	EN ISO 5165
Ponto de entupimento de filtro a frio, máx.	°C	19 ⁽⁹⁾	14747	6371	EN 116
Índice de acidez, máx.	mg KOH/g	0,50	14448	664	-
			-	-	EN 14104 ⁽¹⁰⁾
Glicerol livre, máx.	% massa	0,02	15341 ⁽⁵⁾	6584 ⁽¹⁰⁾	-
			-	-	EN 14105 ⁽¹⁰⁾
			-	-	EN 14106 ⁽¹⁰⁾
Glicerol total, máx.	% massa	0,25	15344 ⁽⁵⁾	6584 ⁽¹⁰⁾	-
			-	-	EN 14105 ⁽¹⁰⁾
Mono, di, triacilglicerol ⁽⁷⁾	% massa	Anotar	15342 ⁽⁵⁾	6584 ⁽¹⁰⁾	-
			15344 ⁽⁵⁾	-	EN 14105 ⁽¹⁰⁾
Metanol ou Etanol, máx.	% massa	0,20	15343	-	EN 14110
Índice de Iodo ⁽⁷⁾	g/100g	Anotar	-	-	EN 14111
Estabilidade à oxidação a 110°C, mín. ⁽²⁾	h	6	-	-	EN 14112 ⁽¹⁰⁾

5.3. PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM LABORATÓRIO

O biodiesel é uma evolução na tentativa de substituição do óleo diesel por biomassa, iniciada pelo aproveitamento de óleos vegetais. É obtido, como já foi mencionado, pelo processo de transesterificação (COSTA NETO, 2000; RAMOS, 2003). Os produtos da reação Química são um éster (o biodiesel) e glicerina. Os ésteres têm características físico-químicas muito semelhantes às do diesel, conforme apontam experiências realizadas em diversos países (MACEDO; MACEDO, 2004).

Óleos que contêm triglicerídeos são compostos de três ésteres ligados a uma molécula de glicerina. A reação de transesterificação para produção do biodiesel consiste em separar estes ésteres da glicerina, o que formará o biodiesel e a glicerina.

(COSTA NETO, 2000; RAMOS 2003; REBELO, 2001; PARENTE, 2003; MACEDO; MACEDO, 2004). A quebra das ligações entre os átomos é feita com o auxílio de um catalisador, o hidróxido de sódio (NaOH). Os éteres livres rapidamente se combinam com as moléculas do álcool (etanol) formando o biodiesel + glicerina (BIODIESEL BETA, 2003).

5.4. REALIZAÇÃO DE TESTES PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Antes da construção do *kit* didático, houve a necessidade de realizar muitos testes para se chegar em uma metodologia mais adequada para dar andamento ao projeto. Baseados em diferentes metodologias citadas por vários autores, buscou-se um método de produção de biodiesel que produzisse um biodiesel com qualidade, dentro dos padrões de qualidade mencionados anteriormente, e que apresentasse simplicidade na execução, pois a metodologia teria finalidade didática. Esse desenvolvimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia Química do Instituto de Química da UNESP de Araraquara.

O processo de produção de biodiesel foi realizado por catálise básica (adição de uma base, como por exemplo, o hidróxido de sódio (NaOH)), pois essa via é mais rápida do que a catálise ácida. Esta característica está relacionada ao fato dos catalisadores alcalinos serem menos corrosivos que os ácidos, o que torna os processos de catálise básica mais atrativos do ponto de vista industrial (RAMOS, 2003).

A reação de transesterificação foi realizada com a adição do óleo de fritura usado, previamente tratado para retirada de água e impurezas, etóxido de sódio (etanol anidro/metanol mais o catalisador NaOH ou KOH) em um erlenmeyer sob agitação. Apesar da maioria dos autores dizerem que há a necessidade de aquecimento, o mesmo não foi utilizado, pois em diversos testes os resultados apresentados foram os mesmos tanto para a reação com aquecimento como sem aquecimento (BIODIESEL BETA, 2003; FELIZARDO, 2003; FERRARI, OLIVEIRA; SCABIO, 2005).

O processo de produção de biodiesel foi realizado por catálise básica, pois como já descrito, essa via é mais rápida do que a catálise ácida. Seguindo a

metodologia proposta por FERRARI *et al* (2005), foram utilizadas as seguintes proporções de reagentes:

Teste 1

Proporção dos reagentes:

- 400mL de óleo de soja
- 200mL de etanol anidro (50%)
- 2g de NaOH comercial (0,5%)

Descrição: O NaOH foi dissolvido no etanol em um erlenmeyer sob agitação magnética e aquecimento em torno de 50°C até a dissolução completa para produção de etóxido de sódio.

O óleo foi aquecido em um erlenmeyer até 45°C e então adicionado o álcool/catalisador sob agitação mecânica. Foi observado o escurecimento brusco da solução, que logo retornou à coloração inicial. Depois de 5 min foi desligado o sistema. A solução foi transferida para um funil de separação, permanecendo por 48 horas. Não foi observada a separação de fases.

Teste 2

Proporção dos reagentes:

- 200mL de óleo de soja
- 100mL de etanol anidro (50%)
- 1g de NaOH comercial (0,5%)

Descrição: O NaOH foi dissolvido no etanol em um erlenmeyer sob agitação magnética e aquecimento em torno de 50°C até a dissolução completa para produção de etóxido de sódio.

O óleo foi aquecido em um erlenmeyer até 66°C, quando então foi adicionado o álcool/catalisador sob agitação magnética. Foi observado o escurecimento brusco da solução, que logo retornou à coloração inicial. O sistema permaneceu sob agitação por 24 horas sem aquecimento. A solução foi transferida para um funil de separação, permanecendo por 48 horas. Não foi observada a separação de fases.

Teste 3

Proporção dos reagentes:

- 200mL de óleo de soja
- 100mL de etanol anidro (50%)
- 1g de NaOH P.A. (0,5%)

Descrição: O NaOH foi dissolvido no etanol em um erlenmeyer sob agitação magnética e aquecimento em torno de 50°C até a dissolução completa, para produção de etóxido de sódio.

O óleo foi aquecido em um erlenmeyer até 66°C, quando então foi adicionado o álcool/catalisador sob agitação magnética. Foi observado o escurecimento brusco da solução, que logo retornou à coloração inicial. O sistema permaneceu sob agitação por 24 horas com a temperatura constante de 66°C. A solução foi transferida para um funil de separação, permanecendo por 48 horas. Foi observada a separação de duas fases, porém ambas da mesma cor.

Seguindo a metodologia de Costa Neto et al (2000), foi realizado um teste. Este teste está descrito a seguir:

Teste 4

Proporção dos reagentes:

- 80mL de óleo de soja (1)
- 480mL de etanol anidro (6)
- 0,4g de NaOH P.A. (0,5%)

Descrição: A proporção utilizada nesse experimento foi de 1:6, isto é 1 medida de 80 mL de óleo para 6 (6x80) de álcool.

O NaOH foi dissolvido no etanol em um erlenmeyer sob agitação magnética e aquecimento em torno de 50°C até a dissolução completa, para produção de etóxido de sódio.

O óleo foi aquecido em um erlenmeyer até 60°C, quando então foi adicionado o álcool/catalisador sob agitação magnética. Foi observado o escurecimento brusco

da solução, que logo retornou à coloração inicial. O sistema permaneceu sob agitação e por 24 horas com temperatura constante de 60°C. A solução foi transferida para um funil de separação, permanecendo por 48 horas. Não foi observada a separação de fases.

Os últimos testes, 5, 6, 7 e 8, foram realizados seguindo a metodologia de RABELO, 2001:

Teste 5

Proporção dos reagentes:

- 100mL de óleo de soja
- 35mL de etanol anidro (35%)
- 1,5g de KOH P.A. (1,5%)

Descrição: O KOH foi dissolvido no etanol em um erlenmeyer sob agitação magnética e aquecimento em torno de 50°C até a dissolução completa, para produção de etóxido de potássio.

O óleo foi aquecido em um erlenmeyer até 60°C, quando então foi adicionado o álcool/catalisador sob agitação magnética. Foi observado o escurecimento brusco da solução, que logo retornou a coloração inicial, porém permanecendo um pouco turva. O sistema permaneceu sob agitação e por 24 horas com temperatura constante de 60°C. A solução foi transferida para um funil de separação, podendo ser observado no mesmo instante a separação de fases, porém com a mesma coloração.

Teste 6

Proporção dos reagentes:

- 100mL de óleo de soja
- 35mL de metanol (35%)
- 1,5g de KOH P.A. (1,5%)

Descrição: O KOH foi dissolvido no metanol em um erlenmeyer sob agitação magnética e aquecimento em torno de 50°C até a dissolução completa, para produção de metóxido de potássio.

O óleo foi aquecido em um erlenmeyer até 60°C, quando então foi adicionado

o álcool/catalisador sob agitação magnética. Foi observado o turvamento da solução permanecendo opaco durante 30 min, mantendo-se a agitação e com temperatura constante de 60°C. A solução foi transferida para um funil de separação, podendo ser observado no mesmo instante a separação de fases, estas com cores bem distintas. O biodiesel permaneceu na parte superior com coloração amarelo claro e a glicerina na parte inferior com coloração marrom.

Teste 7

Proporção dos reagentes:

- 100mL de óleo de soja
- 35mL de metanol (35%)
- 1,5g de NaOH P.A. (1,5%)

Descrição: O NaOH foi dissolvido no metanol em um erlenmeyer sob agitação magnética e aquecimento em torno de 50°C até a dissolução completa, para produção de metóxido de sódio.

O óleo foi aquecido em um erlenmeyer até 61°C, então foi adicionado o álcool/catalisador sob agitação magnética. Foi observado o turvamento da solução permanecendo opaco durante 40 min, mantendo-se a agitação e com temperatura constante de 61°C (no final da reação por descuido a solução chegou a 71°C). A solução foi transferida para um funil de separação, podendo ser observado no mesmo instante a separação de fases, estas com cores bem distintas. O biodiesel permaneceu na parte superior com coloração amarelo claro e a glicerina na parte inferior com coloração marrom

Teste 8

Proporção dos reagentes:

- 100mL de óleo de soja
- 35mL de metanol (35%)
- 1,5g de KOH P.A. (1,5%)

Descrição: O KOH foi dissolvido no etanol em um erlenmeyer sob agitação magnética e aquecimento em torno de 50°C até a dissolução completa, para produção

de metóxido de potássio.

O óleo foi colocado em um erlenmeyer sob agitação e então adicionou-se o metóxido de potássio. A solução apresentou-se turva e permaneceu dessa forma por aproximadamente 30 minutos, permanecendo sob agitação e temperatura ambiente. A solução foi transferida para um funil de separação, no qual pode-se observar instantaneamente a separação de fases, estas com cores bem distintas. O biodiesel permaneceu na parte superior com coloração amarelo claro e a glicerina na fase inferior com coloração marrom. A separação de fases foi bem rápida, podendo ser identificada visualmente e com cores bem distintas entre as fases.

Muitos dos testes realizados antes da escolha da metodologia, apesar de seguir artigos publicados em revistas da área, não apresentaram o resultado esperado mesmo seguindo todas as etapas descritas. Uma possível explicação para esse fato é a diferença de fabricantes e qualidade dos materiais e reagentes utilizados nessa pesquisa. A Tabela 2 mostra comparativamente os resultados dos testes realizados seguindo diferentes metodologias e o grau de adequação de cada teste.

TABELA 2. Comparação entre as metodologias testadas

Teste	Proporção de reagentes					Resultado
	Óleo(mL)	KOH (g)	NaOH (g)	Etanol (mL)	Metanol(mL)	
1	400	-	2	100	-	*
2	200	-	1	100	-	*
3	200	-	1	100	-	***
4	80	-	0,4	480	-	*
5	100	1,5	-	35	-	***
6	100	1,5	-	-	35	***
7	100	-	1,5	-	35	****
8	100	1,5	-	-	35	*****

A metodologia classificada com grau de adequação 5 (cinco estrelas) foi a selecionada para esse trabalho, pois apresentou a metodologia mais simples, mais

barata e mais segura, pois não há a necessidade de aquecimento, o que previne riscos de queimaduras quando o objetivo é trabalhar com alunos.

5.5. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA ADOTADA

A metodologia adotada nesta tese para a produção de biodiesel contou com a execução de seis etapas subsequentes desde o preparo do óleo de fritura residual até a obtenção do biodiesel e algumas análises sobre a qualidade do produto final.

5.5.1. Preparação do óleo

O óleo usado foi recolhido e filtrado previamente com papel toalha para remoção de restos de alimentos e em seguida filtrado em filtro de café para remoção de partículas menores.

Em um béquer seco e previamente pesado, adicionou-se 1000 mL de óleo fritura com o auxílio de uma proveta e pesou-se novamente o béquer. Foram anotadas as massas do béquer antes e depois da adição do óleo.

O béquer foi colocado em uma chapa de aquecimento, aquecida à temperatura de 110~120°C, e assim permaneceu por aproximadamente 30 minutos, tempo suficiente para cessar a liberação de bolhas, indicando a desidratação do óleo de fritura.

O béquer foi vedado para não haver reabsorção de água presente no ambiente e foi mantido dessa forma até esfriar completamente.

5.5.2. Preparação do metóxido/etóxido de potássio

Com o auxílio de uma proveta adicionou-se 350 mL de metanol ou etanol anidro em um erlenmeyer seco e previamente pesado, e em seguida adicionou-se 15g de KOH pesando novamente o erlenmeyer. As massas do erlenmeyer antes e após a adição dos reagentes foram anotadas.

O erlenmeyer foi vedado para que não ocorresse absorção da umidade do ar e em seguida manteve-se a mistura sob agitação magnética e temperatura de $\sim 50^{\circ}\text{C}$ até a dissolução completa do KOH, como pode ser observado na Figura 4.

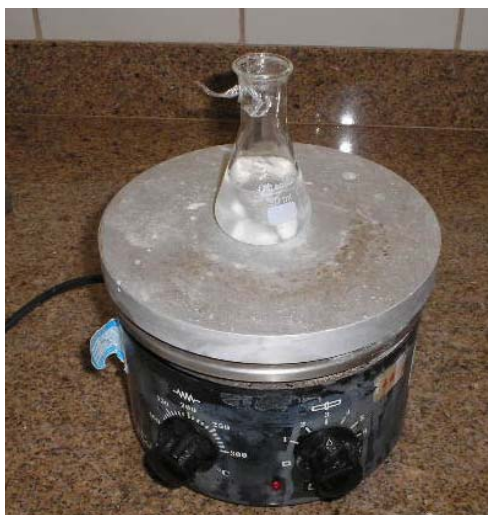


FIGURA 4. Preparação do Metóxido/Etóxido

5.5.3. Síntese do biodiesel

Ao óleo de fritura previamente limpo e livre de água foi adicionado metóxido/etóxido de potássio. A mistura foi mantida sob agitação magnética durante 30 minutos, com o frasco sempre vedado para que não houvesse absorção de umidade do ambiente. Como pode ser observado na Figura 5, no momento da adição já é possível observar a reação ocorrendo, pois o óleo, que é translúcido, após a mistura fica opaco e mais viscoso.

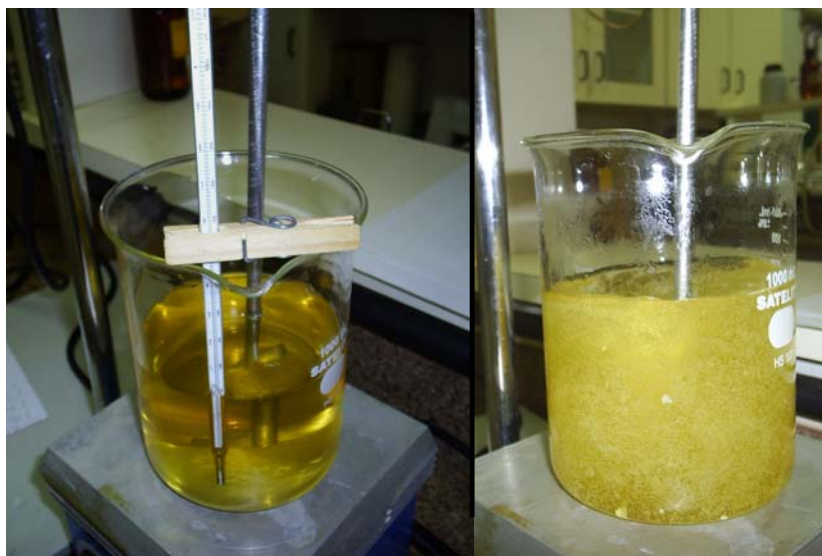


FIGURA 5. Adição do Metóxido/Etóxido

A mistura foi transferida para um funil de separação e foi mantida em repouso por 24 horas para total separação de fases. Após esse período ocorreu a separação de fases como pode ser visto na Figura 6.

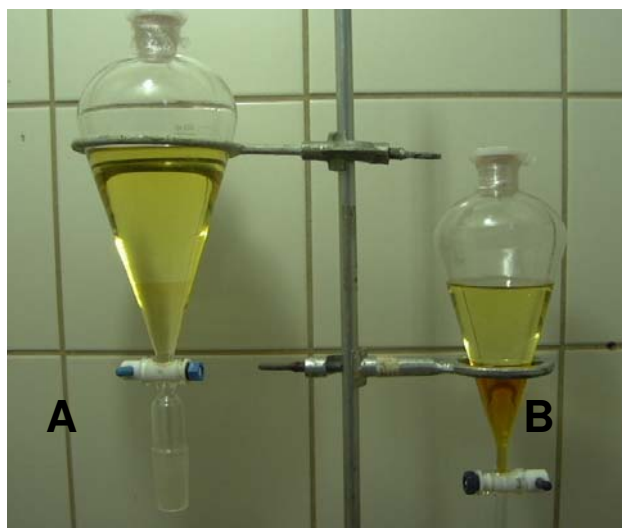


FIGURA 6. A) Biodiesel etanólico; B) Biodiesel metanólico

Em um recipiente previamente pesado, recolheu-se a glicerina que permaneceu na parte inferior do funil por ser mais densa e em seguida pesou-se novamente o

recipiente, anotando-se as massas obtidas. O produto gerado da reação de transesterificação pode ser observado na Figura 7.



FIGURA 7. A) Produtos gerados da reação com etanol (Biodiesel + Glicerina); B) Produtos gerados da reação com metanol(Biodiesel + Glicerina)

5.5.4. Preparação da água de lavagem

Em um béquer previamente pesado, foi adicionado 500mL de água destilada. O béquer foi então aquecido a, aproximadamente, 90°C. Em seguida foi adicionado 6mL de Ácido Clorídrico (HCl) 5M e todo o conteúdo do béquer foi transferido para o funil de separação juntamente com o biodiesel.

Após suave agitação da água com 6mL de HCl 5M e o biodiesel, as fases se separaram. A água utilizada nessa lavagem foi recolhida em um recipiente previamente pesado. As massas do béquer vazio e com a água de lavagem foram anotadas.

5.5.5. Secagem do biodiesel

O biodiesel foi recolhido em um recipiente previamente pesado, anotando-se as massas obtidas do recipiente vazio e com o biodiesel.

Foram adicionados, aproximadamente, 200g de sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4) para eliminar a umidade deixada pela água de lavagem.

O biodiesel foi filtrado para separar o sal secante e armazenado em um recipiente apropriado e previamente pesado. O recipiente foi pesado antes e depois da adição do biodiesel e as massas anotadas para fornecer dados para o cálculo do rendimento.

5.5.6. Análise do biodiesel

O biodiesel produzido passou por algumas análises que seguem normas internacionais para verificação da qualidade oferecida pela metodologia proposta. Alguns dos resultados das análises efetuadas são discutidas a seguir.

- **Enxofre total (máximo)**

O teor de enxofre foi analisado com um espectrômetro de fluorescência de raios-X por energia dispersiva, modelo EDX-800 e marca Shimadzu, seguindo as normas da ASTM D 4294. Este teste é uma forma de medição rápida e precisa do valor de enxofre total em petróleo e seus derivados. A qualidade dos produtos derivados de petróleo está relacionada à quantidade de enxofre presente. O conhecimento da concentração de enxofre é necessário para fins de processamento dos produtos. Este método proporciona a determinação do teor de enxofre no petróleo e seus derivados, e para atender à especificação dos limites regulamentares.

- **B. Ponto de fulgor (mínimo)**

O ponto de fulgor, que indica a temperatura mínima na qual o óleo forma com o ar uma mistura inflável, foi medido pelo equipamento Pensky-Materns Closed Cup Tester, seguindo a norma ASTM D 93. A temperatura do ponto de fulgor é uma medida que mostra a tendência que uma amostra tem para formar uma mistura inflamável com o ar, sob condições controladas de laboratório. O ponto de fulgor é usado como norma de segurança para definir se o material é inflamável e combustível.

- **Densidade a 20°C**

A densidade foi medida com o auxílio do densímetro digital, modelo DMA 4500 e marca Anton Paar, seguindo a norma ASTM D 4052. A densidade é uma propriedade física fundamental que pode ser usado em conjunto com outras propriedades para caracterizar as frações pesadas do petróleo e produtos petrolíferos.

Os resultados destes e de outros testes estão apresentados na tabela de resultados do capítulo 5.

5.6. OLEOS E GORDURAS E SEUS IMPACTOS NA SAÚDE E MEIO AMBIENTE

No Brasil, uma parte do óleo vegetal residual, oriundo do consumo humano é utilizado para produção de sabões (NETO *et. al.*, 2000) e, em menor volume, para a produção de biodiesel (NETO *et al.*, 2000, FERRARI, OLIVEIRA e SCABIO, 2005). Entretanto, a maior parte deste resíduo é descartado na rede de esgoto, o que, devido a pequena solubilidade dos óleos vegetais na água, leva a um resultado muito negativo no que se refere à sua degradação em unidades de tratamento de despejos por processos biológicos e, quando presentes em mananciais utilizados para abastecimento público, causam problemas no tratamento da água. A presença deste material, além de acarretar problemas de origem estética, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo a transferência do oxigênio da atmosfera para a água. Além disto, os óleos e graxas em seu processo de decomposição reduzem o oxigênio dissolvido, elevando a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e causando alterações no ecossistema aquático (CRISTOFF, 2006).

Os óleos e gorduras são classificados como lipídeos. Eles são constituídos por triacilgliceróis de longas cadeias carbônicas alifáticas (ácidos graxos).

Os óleos e gorduras hidrogenados são produzidos pela hidrogenação total ou parcial de óleos vegetais. O processo de hidrogenação reduz o número de insaturações (ligações duplas e triplas) da cadeia carbônica do óleo vegetal. Os óleos saturados

resultantes possuem maior ponto de fusão, podendo assim ser sólidos à temperatura ambiente e, por isso, tais óleos saturados são, normalmente, chamados de gorduras hidrogenadas.

No processo de hidrogenação, o hidrogênio, na presença de catalisador (geralmente platina, paládio, rutênio, ródio e mais recentemente níquel), é adicionado à molécula devido ao rompimento de insaturações. Após a hidrogenação do ácido oléico, o ácido esteárico é formado ($C_{18}H_{34}O_2$). Quando a molécula possui a sua quantidade máxima de hidrogênio ela é considerada saturada (LIMA, 2008).

Apesar de ocorrer naturalmente no leite e gordura de ruminantes como vacas e ovelhas, em quantidades entre 2 e 5%, a maioria das gorduras trans consumidas atualmente provêm de processos industriais de hidrogenação de óleos vegetais. As gorduras e óleos hidrogenados vêm substituindo os óleos vegetais e gordura animal nos ramos de *fast food*, frituras e assados em geral, pois confere aos alimentos propriedades como: i) melhor sabor e consistência, ii) extensão do prazo de validade, e iii) menos requisitos para a conservação sob refrigeração. Mesmo sendo considerado não-saudável por diminuir o nível de lipoproteína de alta densidade (colesterol bom) no organismo, o consumo de gordura e óleo hidrogenado vem aumentando ano após ano.

Depois de utilizados os óleos residuais apresentam partículas em suspensão que são provenientes de restos de alimentos fritos e, dessa forma, têm a sua composição química alterada.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2004) descreve que a fritura é uma operação de preparação rápida e que confere aos alimentos fritos características únicas de saciedade, aroma, sabor e palatabilidade.

No processo de fritura, o alimento é submerso em óleo quente na presença de ar e, assim, o óleo é exposto à oxidação, interagindo com uma série de agentes (ar, água, alta temperatura e componentes dos alimentos que estão sendo fritos) que causam degradações em sua estrutura, especialmente quando utilizado por um longo período, gerando compostos responsáveis por odor e sabor desagradáveis, incluindo substâncias que podem causar danos à saúde do consumidor, tais como irritação do trato gastrointestinal, diarreia, entre outros males.

A água proveniente do próprio alimento conduz a alterações hidrolíticas, o oxigênio que entra em contato com o óleo a partir de sua superfície, desencadeia alterações oxidativas, e a temperatura em que o processo ocorre resulta em alterações térmicas que se enquadram também nas alterações oxidativas.

No processo de fritura contínua utilizado pelas indústrias, ocorre a hidrólise, que é responsável pela formação de ácidos graxos livres. Já no processo de fritura descontínua, empregada por lanchonetes, restaurantes, pastelarias e no uso caseiro, dentre outros, ocorrem as reações de oxidação, hidrólise e polimerização. As substâncias advindas destas três reações são chamadas de compostos polares totais.

À medida que o óleo alcança o estágio de degradação, as reações de oxidação estão avançadas e há produção de moléculas complexas e compostos voláteis que liberam aroma desagradável. Neste ponto, a fritura produz muita fumaça e conseqüentemente o alimento tem sua vida de prateleira diminuída, aroma, sabor e aspecto desagradáveis, excesso de óleo absorvido e o centro do alimento, às vezes, não fica totalmente cozido.

O processo de fritura pode ser definido como o aquecimento do óleo em temperaturas entre 160 e 220°C na presença de ar durante longos períodos de tempo. Durante o processo de fritura ocorrem, além das alterações já mencionadas, alterações físico-químicas no óleo como: i) aumento da viscosidade; ii) aumento do calor específico; iii) diminuição do número de iodo (número proporcional ao teor de insaturação do composto); iv) mudança na tensão superficial; v) mudança no aspecto (cor); vi) aumento da acidez devido à formação de ácidos graxos livres; e vii) aumento da tendência do óleo em formar espuma (NETO *et al.* 2000).

A degradação do óleo de fritura está associada, como já se mencionou, às reações de hidrólise, oxidação e polimerização. A maioria dos compostos voláteis formados na degradação é evaporada enquanto que as substâncias remanescentes reagem novamente ou são absorvidas pelo óleo. Os compostos não-voláteis formados afetam as propriedades físico-químicas do óleo residual produzido. Na reação de hidrólise, o vapor de água produzido durante a fritura dos alimentos ataca a ligação do éster dos triacilgliceróis formando ácidos graxos livres, glicerol, mono e diacilgliceróis. Os ácidos graxos insaturados podem reagir com oxigênio molecular via

radical-livre. Os hidroperóxidos e radicais alcoxi formados são precursores de diversos outros compostos (LIMA, 2008).

As reações termolíticas ocorrem em altas temperaturas na ausência de oxigênio. Se triacilgliceróis com alto teor de ácidos graxos saturados são aquecidos a elevadas temperaturas ($\geq 180^{\circ}\text{C}$) na ausência de oxigênio, são produzidos alcanos, alcenos, ácidos graxos de baixa massa molar, cetonas, ésteres, CO e CO₂. Por outro lado, triacilgliceróis com alto teor de ácidos insaturados produzem, basicamente, dímeros, dímeros saturados e compostos policíclicos (LIMA, 2008).

Matérias-primas como óleos vegetais brutos (não-refinados) e óleos residuais apresentam elevados teores de ácidos graxos livres. A adição de bases como KOH ou NaOH neutraliza os ácidos graxos formando sabão e água. A reação de neutralização do ácido graxo consome o catalisador, o que reduz a velocidade da reação de transesterificação, além de dificultar a separação das fases ésteres e glicerina devido à formação de sabão (emulsões). Os catalisadores empregados na forma de alcóxidos não neutralizam os ácidos graxos livres por não possuírem o grupo hidroxila – OH típico do NaOH e KOH. Os alcóxidos, sendo os metóxidos e etóxidos de sódio e potássio os mais comuns, apresentam algumas desvantagens em relação aos hidróxidos: são mais caros, quimicamente instáveis e tóxicos (LIMA, 2008).

A ocorrência de ácidos graxos no sistema de reação não é devida exclusivamente ao processo de degradação do óleo, mas também às reações químicas que ocorrem durante a transesterificação. Elevadas concentrações de hidróxidos favorecem a reação de saponificação. O ácido graxo formado reage com hidróxido formando sabão e água. O ânion do triacilglicerol se associa com água formando diacilgliceróis. A água formada tanto na neutralização do ácido graxo como na diluição de hidróxidos em álcool pode hidrolisar os triacilgliceróis formando diacilgliceróis e ácidos graxos. Assim, o ácido graxo poderá reagir com o catalisador básico formando mais sabão e água, criando, assim, um ciclo vicioso.

Vários trabalhos definem o limite de ácidos graxos livres entre 0,5% e 1,0% em massa [m/m] na matéria-prima para a produção de biodiesel (LIMA, 2008). Entretanto, as matérias-primas que apresentam as maiores vantagens econômicas para a produção de biodiesel contém teores de ácidos graxos livres acima desse valor, como é o caso,

por exemplo, dos óleos residuais. Apesar dos problemas citados, muitos pesquisadores têm estudado a transesterificação via catálise básica de resíduos gordurosos.

Levando-se em conta que o descarte de óleos e gorduras é um problema a ser enfrentado pela sociedade moderna, essa temática pode ser considerada de grande importância para se trabalhar nas escolas. Transmitir aos alunos os princípios do descarte adequado e principalmente as possibilidades de reciclagem, como a conversão do óleo em biodiesel, é um aspecto relevante não só para gerar discussões sobre o reaproveitamento energético, mas também a sua relação com a saúde e a preservação do meio ambiente.

5.7. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO BODIESEL

O biodiesel possui várias vantagens em relação ao diesel de petróleo, as quais destacam-se (LIMA, 2008):

- Por ser produzido a partir de fontes renováveis, como óleos vegetais e gordura animal, sendo um produto renovável.
- É biodegradável e não tóxico.
- A combustão do biodiesel emite quantidades desprezíveis de compostos contendo enxofre.
- O biodiesel é essencialmente alifático, diferente do diesel de petróleo que contém cerca de 20 a 40% em volume de materiais aromáticos, que são responsáveis, de forma considerável, por emissões de material particulado e compostos nitrogenados.
- Reciclagem do dióxido de carbono emitido na combustão, pois o dióxido de carbono produzido na combustão do biodiesel é absorvido durante o crescimento das oleaginosas, reduzindo de maneira global os gases responsáveis pelo efeito estufa.

- Maior número de cetano. Para motores a diesel, um número baixo de cetano resulta em maior tempo de atraso de ignição, o que provoca aumento rápido de pressão na câmara de combustão e um forte ruído característico (batida diesel), além de acúmulo de combustível na câmara. Assim, combustíveis com maior número de cetano proporcionam melhor ignição e rendimento. Quando o éster é derivado de compostos saturados, como óleo de fritura e gorduras saturadas, o índice de cetano é ainda maior.
- Propriedades lubrificantes. A utilização da mistura do biodiesel com o diesel pode facilmente recuperar a lubricidade do diesel com baixo teor de enxofre, o que favorece o funcionamento de partes móveis do motor e da bomba de combustível.
- Vantagens sócio-econômicas. Além de favorecer a economia nacional com a redução na importação de diesel, poderá gerar empregos em áreas pobres como o sertão nordestino, promovendo, assim, a inclusão social.

Ainda segundo Lima (2008), o biodiesel também apresenta algumas desvantagens:

- Maior emissão de NOx - os óxidos de nitrogênio, que são poluentes - em relação ao diesel de petróleo. Utilizando o B100 (biodiesel puro), as emissões de NOx podem aumentar em até 10%.
- Maior ponto de névoa. O ponto de névoa é a temperatura na qual pequenos cristais são visualizados quando a substância é resfriada. Ao contrário da gasolina, o biodiesel e o diesel de petróleo podem congelar ou formar géis quando a temperatura aproxima-se de 0°C, causando vários problemas operacionais como entupimento do filtro de combustível e dificuldade de bombeamento do combustível do tanque para o motor. Como exemplo, o alto ponto de névoa de óleos vegetais *in natura* é um dos grandes obstáculos para o seu emprego em países de clima temperado. Apesar dos ésteres possuírem

menor ponto de névoa que os óleos vegetais, muitos deles têm ponto de névoa maior que a do diesel de petróleo. A adição de aditivos, ésteres insaturados e ramificados (por exemplo, iso-propil e iso-butil) auxilia na redução do ponto de névoa do biodiesel.

- Aumento da oferta de glicerina. A oferta de glicerina, coproduto da reação de transesterificação de triacilgliceróis, tem aumentado significativamente com a formação do mercado internacional de biodiesel, diminuindo dessa forma o preço. Após passar por um processo de purificação (destilação), a glicerina proveniente do processo de produção de biodiesel pode ser utilizada, como por exemplo, na indústria médico-farmacêutica, indústria de cosméticos (emoliente), indústria química (gliceraldeído) ou como substrato para processos biotecnológicos, porém com a grande oferta de glicerina, o mercado não conseguirá absorver todo esse material disponível no mercado.
- Alta do preço da soja. Estima-se que em torno de 80% do biodiesel produzido no país seja proveniente do óleo de soja. Assim, a diversificação de matéria-prima para produção de biodiesel torna-se essencial. No Brasil, a adoção de matérias-primas como a mamona, palma, pinhão manso, sebo animal e óleo residual são boas alternativas para a produção de biodiesel, sendo as duas últimas as mais viáveis economicamente. Também, deve-se ressaltar a necessidade de uso de matérias-primas não-concorrentes com alimentos para a produção de biodiesel.
- Alto preço do biodiesel. Como a maioria do biodiesel produzido atualmente é proveniente de óleos vegetais virgens, que são caros, o preço do biodiesel ainda não é competitivo com o diesel de petróleo. Assim, o uso de matéria-prima barata como óleo residual seria uma solução ecológica e econômica.

CAPÍTULO 6. DESENVOLVIMENTO, APLICAÇÃO E PROPOSTA DO KIT DIDÁTICO DE BIODIESEL

O trabalho foi desenvolvido em duas fases distintas. A primeira contou com a execução do projeto “Biodiesel na Escola” que teve como meta o desenvolvimento da temática “biodiesel, saúde e meio ambiente” com alunos e professores do ensino médio. Já em uma segunda fase foram realizadas as verificações com relação à adequação do *kit* didático para produção de biodiesel por meio de um curso de atualização para professores de Química.

6.1. DESENVOLVIMENTO DO TEMA BIODIESEL COM PROFESSORES E ALUNOS

A primeira etapa do projeto contou com a participação de professores e alunos do ensino médio de três escolas do Vale do Paraíba. Nessa etapa foram realizados trabalhos envolvendo a temática biodiesel, saúde e meio ambiente. Os alunos desenvolveram algumas atividades, como, por exemplo, pesquisa, coleta de campo, elaboração de cartazes e folhetos explicativos, apresentação oral e escrita das atividades desenvolvidas, entre outras. O objetivo dessas atividades foi agregar materiais para uma exposição que teve a participação de todos os alunos das escolas envolvidas.

6.1.1. Primeira Etapa do Projeto – Desenvolvimento do tema biodiesel junto aos professores e alunos

A primeira parte do projeto foi realizada por meio de uma proposta de pesquisa ser trabalhada junto aos professores e alunos do 2º ano do ensino médio das escolas do CEETEPS – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza e CTIG – Colégio Técnico Industrial de Guaratinguetá, da região do Vale do Paraíba. As temáticas focadas na pesquisa foram: matérias-primas para a produção de biodiesel, saúde e

meio ambiente. Foram três as escolas participantes, localizadas em cidades diferentes: Cachoeira Paulista, Cruzeiro e Guaratinguetá.

Aos professores foi entregue uma proposta básica de trabalho, contendo instruções iniciais para orientá-los sobre as temáticas de pesquisa a serem desenvolvidas. Essas instruções não tiveram caráter restritivo ou uniformizante quanto à forma de proceder para desenvolver as tarefas, mas apenas o intuito de manter um objetivo comum entre os professores. Melhores explicações, soluções de dúvidas e orientações, foram elementos que puderam ser solicitados pelos professores em reuniões organizadas mensalmente, com o objetivo de discutir o andamento de todos os projetos realizados pelos grupos.

Para a realização do trabalho de pesquisa e, sequencialmente, da exposição, foram propostos e discutidos, em conjunto com os professores, quatro temas: “Óleos e gorduras animais e vegetais”; “Óleo de fritura e a saúde”; “Óleo de fritura e o Meio Ambiente” e “Reciclagem do óleo de fritura”. Os temas foram sugeridos na forma de situações-problemas que pudessem desencadear o estudo sobre o assunto e as ações dos alunos, cujos resultados foram apresentados aos demais estudantes das escolas em uma exposição, intitulada “I Exposição de Pesquisadores Juniores - Matérias-primas para o Biodiesel, Saúde e Meio Ambiente”.

Dadas as características específicas e estruturais das escolas, cada uma delas adotou procedimentos diferenciados quanto à formação dos grupos, bem como quanto à seleção e tratamento dos temas sugeridos.

Entre os resultados dos temas pesquisados e das atividades desenvolvidas pelos professores e alunos pode-se destacar:

- Seleção e apresentação de amostras dos diversos tipos de óleos e gorduras que podem ser usados na produção do biodiesel, e sua matéria prima, que no caso, são alguns grãos que geram os óleos.
- Recolhimento e apresentação do óleo de fritura usado. Explicação sobre os males que a fritura pode causar a saúde. Exposição de alimentos fritos com óleo limpo e óleo reutilizado e de alimentos fritos em panela anti-aderente (sem o uso do óleo).

- Pesquisa e demonstração das conseqüências de um desastre ambiental com óleo a partir da reprodução de uma contenção de óleo, representada em um aquário. Imersão de penas em óleo para mostrar as seqüelas causadas aos animais.
- Levantamento de diversos processos de produção de sabão para demonstrar uma das maneiras de reciclar o óleo de fritura. Produção de sabão, que foi distribuído para os visitantes durante a exposição.
- Estudo da diferença entre óleo e gordura e entre gordura animal e vegetal; estudo da composição química de gordura e do óleo; estabelecimento de diferença na composição dos diversos tipos de óleo; questionamentos sobre algumas propriedades do óleo e sua relação com a saúde.
- Levantamento das conseqüências do consumo excessivo de gordura como, por exemplo: obesidade, problemas gastrintestinais, envelhecimento precoce. Discussão sobre as conseqüências da reutilização do óleo.
- Pesquisa sobre as conseqüências do descarte do óleo na pia ou no solo. Discussão sobre como é realizado o tratamento de esgoto e qual a melhor maneira de descartar o óleo usado.
- Verificação de como o óleo pode ser reutilizado ou qual o destino apropriado do resíduo do óleo de modo a não causar um impacto ambiental negativo.

Segundo os relatos dos professores e alunos, foram utilizadas diversas fontes de dados para a realização das pesquisas como por exemplo: livros, jornais, revistas e Internet. A partir do material levantado foram criados textos, cartazes, folhetos explicativos, maquetes e experimentos práticos que ficaram expostos nas escolas para que todos os alunos das outras séries e membros da comunidade pudessem ter acesso aos mesmos.

As atividades desenvolvidas no Colégio Técnico Industrial de Guaratinguetá – CTIG estão apresentadas a seguir:

Os alunos dividiram-se em grupos e apresentaram os temas sugeridos no projeto, tendo sido acompanhados pelos professores que participaram ativamente, contribuindo para o sucesso do mesmo.

O primeiro grupo utilizou duas temáticas: “Óleos e gorduras animais e vegetais” e “Óleo de fritura e a saúde” e para isso buscaram junto à comunidade diversos tipos de sementes de oleaginosas, que são matérias-primas para o biodiesel, para apresentar na exposição e, da mesma forma, buscaram os óleos. Eles também utilizaram a cozinha da escola para fritar batata com óleo de fritura novo e usado para representar de forma simbólica os problemas que a reutilização diversas vezes do mesmo óleo de fritura pode causar à saúde humana. Nos ANEXOS I e II podem ser observados, respectivamente, o *folder* elaborado pelos alunos que apresenta curiosidades sobre a gordura e a saúde, e também o *folder* do projeto que foi distribuído na escola para convidar os alunos a participarem do mesmo. Na Figura 8, pode-se observar o formato da exposição, onde os cartazes ficaram fixados em suportes apropriados e o material coletado pelos alunos ficou sobre uma mesa para que todos os visitantes pudessem observar e tirar dúvidas com os alunos participantes do projeto e da exposição.



FIGURA 8. Demonstração das matérias-primas, óleos e oleaginosas para a produção do biodiesel.

O segundo grupo desenvolveu a temática “Reciclagem do óleo de fritura” e, com esse objetivo os alunos pesquisaram sobre a reutilização do óleo de fritura e produziram sabão na escola. Eles utilizaram corantes e essências para tornar o sabão produzido mais agradável e também trouxeram de suas casas, diferentes formas plásticas que usaram para moldar o sabão produzido letras, para escrever seus nomes. Eles apresentaram o material utilizado, a receita de como fazer o sabão e a importância de se recuperar esse óleo em vez de descartá-lo no meio ambiente, como pode ser observado na Figura 9.



FIGURA 9. Sabão produzido a partir de óleo residual de fritura recolhido na comunidade e informações necessárias para produção.

Já o terceiro grupo desenvolveu a temática “Óleo de fritura e o Meio Ambiente” que contou com a pesquisa sobre o descarte inadequado do óleo de fritura no meio ambiente. Eles buscaram informações junto aos seus pais, vizinhos, colegas e conhecidos sobre a forma do descarte do óleo em suas casas, e descobriram que a maioria descartava o óleo na pia da cozinha ou enterravam no quintal de suas casas ou em terrenos vizinhos. Com base nestes fatos, os alunos buscaram conscientizar os visitantes da exposição sobre o impacto que o óleo pode causar ao meio ambiente quando descartado de forma inadequada e explicar a melhor forma de descarte. Os alunos ainda representaram um rio contaminado usando uma bacia com óleo; e com o

auxílio de penas, que eles trouxeram, representaram o impacto que esse óleo pode causar aos animais que dependem desse ecossistema. Essa temática está bem representada na Figura 10.



FIGURA 10. Apresentação dos efeitos da poluição ambiental causada pelo descarte inadequado de óleo nos rios e o impacto causado ao ecossistema.

Durante a exposição, a qual contou com a presença de todos os alunos e professores do CTIG, os alunos entregaram os folhetos explicativos impressos para os visitantes da exposição, além de oferecerem informações muito completas sobre os temas pesquisados. Além disso, todos os integrantes do projeto receberam camisetas com o logotipo do projeto e os alunos visitantes puderam concorrer a algumas camisetas que foram sorteadas no final da exposição.

As atividades desenvolvidas no CEETEPS – Cachoeira Paulista estão apresentadas a seguir:

Os alunos dividiram-se em diversos grupos para apresentarem os temas sugeridos no projeto. Os professores envolvidos no projeto acompanharam ativamente os alunos desde o início das atividades até a realização da exposição.

Para apresentar os problemas que o óleo de fritura usado pode causar ao meio ambiente os alunos montaram uma maquete que representava uma cidade, com casas e

prédios construídos de papelão, carros e barcos de brinquedo, estação de tratamento de água feita de potes de margarina, rio com cano de PVC cortado ao meio e coberto com plástico azul e árvores que eram galhos de árvores naturais. A maquete pode ser observada na Figura 11.



FIGURA 11. Maquete representando uma cidade com uma estação de tratamento de esgoto e os impactos causados pelo o descarte inadequado do óleo.

Para finalizar, os alunos, colocaram em baixo da maquete uma bomba para fornecer água proveniente de um aquário, e conduziam seu percurso pelo rio, onde encontrava o óleo usado e descartado de forma inadequada pelos moradores da pequena cidadezinha fictícia. A montagem e a finalização da maquete podem ser observadas na Figura 12A e 12B.



FIGURA 12. A) Finalização da montagem da maquete e ajustes da bomba que fornecia a água para o rio da cidade fictícia; B) Fonte de água limpa que percorria o rio da cidade fictícia.

Os alunos também buscaram óleos e sementes que podem ser usados para a produção de biodiesel, sendo que essa foi a única escola que conseguiu apresentar o óleo de mamona, matéria-prima essa que sempre foi muito discutida nos meios acadêmicos para a produção de biodiesel. Os alunos usaram frascos reciclados para armazenar o material que trouxeram conforme pode ser observado na Figura 13.



FIGURA 13. Apresentação das matérias-primas para produção do biodiesel

Um outro grupo apresentou e distribuiu aos visitantes o sabão produzido por eles mesmos, como pode ser observado na Figura 14A. No *banner* apresentado por eles estava a descrição completa da produção do sabão, ilustrada por fotos.

Para expor a temática “Óleo de fritura, saúde e meio ambiente”, o grupo apresentado na Figura 14B expôs diversos tipos de óleos novos e usados para comparar o aspecto do óleo após diversas utilizações. Os alunos também fizeram uso de um aquário para representar uma pia, na qual eram descartados muitos litros de óleo de fritura. Para demonstrar o mau uso da pia, os alunos simbolizaram sujeiras e diversos tipos de pragas e insetos usando desenhos em papel, com o objetivo de mostrar que o descarte inadequado do óleo na pia pode trazer insetos para dentro de casa.



FIGURA 14. A) Apresentação do sabão produzido a partir do óleo residual recolhido; B) Simulação de uma pia onde o óleo de fritura é descartado ocorrendo nela a proliferação de pragas

As atividades desenvolvidas no CEETEPS – Cruzeiro estão apresentadas a seguir:

Os alunos dividiram-se em quatro grupos e apresentaram os temas sugeridos no projeto. Eles foram acompanhados pelos professores que os incentivaram e participaram apoiando o desenvolvimento do projeto.

Para apresentar os problemas causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado do óleo, os alunos usaram recipientes de plástico para mostrar o impacto do óleo na água dos rios e os problemas causados aos animais pertencentes ao seu ecossistema, como pode ser visto na Figura 15A. E para apresentar os problemas que o óleo em excesso pode causar à saúde humana, os alunos levaram diversos alimentos fritos que foram colocados sobre papel absorvente para mostrar que no processo de imersão do alimento no óleo o alimento se torna muito mais calórico e prejudicial à saúde, conforme pode ser observado na Figura 15B.



FIGURA 15. A) Simulação da poluição causada pelo óleo nos rios e o impacto causado ao ecossistema; B) Apresentação sobre os males causados pelo excesso de fritura ao nosso organismo

Os alunos levaram para a exposição os óleos, gorduras e sementes usados para a produção de biodiesel conforme pode ser observado na Figura 16.



FIGURA 16. Apresentação dos diversos tipos de óleo e oleaginosas utilizados na produção de biodiesel

Da mesma forma que as outras escolas, a escola de Cruzeiro produziu sabão com o óleo de fritura, porém o sabão não ficou adequado, pois não solidificou. A

metodologia utilizada para a produção gerou um sabão que não endureceu e mesmo assim os alunos apresentaram o processo utilizado e distribuíram o sabão produzido para os visitantes, porém sem esquecer de alertá-los sobre a importância da metodologia adequada para a produção do sabão. A Figura 17 ilustra esta atividade.



FIGURA 17. Apresentação do sabão produzido pelos alunos da escola.

6.2. APLICAÇÃO DO *KIT* DIDÁTICO EM UM CURSO DE ATUALIZAÇÃO DE PROFESSORES

A segunda etapa do projeto contou com a participação de professores Química do ensino médio do CEETEPS que se inscreveram no curso de atualização profissional oferecido pelo CEETEPS. Nessa etapa, os professores de diversas cidades do estado de São Paulo, se deslocaram até a cidade de São Paulo para participar de uma oficina intitulada “Produção de Biodiesel a partir de óleo de fritura usado” e produziram o biodiesel utilizando a metodologia e materiais descritos neste trabalho.

6.2.1. Segunda etapa do Projeto dentro do “Curso de Atualização Profissional para Professores de Química” junto ao CEETEPS

O *Kit* didático foi testado em um curso de atualização profissional oferecido aos professores do ensino médio do CEETEPS - Centro Estadual de Educação

Tecnológica Paula Souza, realizado em um dos laboratórios do Parque da Juventude em São Paulo. O evento, que teve duração de 8 horas, contou com uma palestra denominada “Relato de Experiência: Trabalhando o tema Biodiesel em sala de aula” – apresentado por um dos professores do CEETEPS. Em seguida foi realizada a oficina: “Produção de Biodiesel a partir de óleo de fritura usado”. A oficina teve como objetivo capacitar professores para desenvolverem atividades práticas usando materiais alternativos, visto que muitas escolas de ensino médio não possuem laboratórios, ou mesmo as que possuem, estas às vezes não oferecem recursos suficientes para desenvolver atividades de experimentação. Buscou-se também com a atividade possibilitar ao professor o desenvolvimento de atividades pedagógicas a partir da temática biocombustíveis; identificar os conhecimentos relativos à Química que podem ser explorados a partir da atividade proposta; desenvolver um plano de aula ou de projeto de acordo com a metodologia enfatizando elementos do PBL, avaliando as habilidades/competências articuladas aos conhecimentos envolvidos; avaliar a proposta de trabalho como instrumento de ensino para as aulas práticas de Química no ensino médio.

Os professores receberam informações com a proposta do *kit* didático e um roteiro com as atividades a serem desenvolvidas, dentre as quais, estavam inclusos os materiais alternativos (reciclados) necessários para produzir o biodiesel. Na Figura 18 pode-se observar os professores recebendo instruções previamente ao desenvolvimento e utilização do *kit* didático.



FIGURA 18. Os Professores recebendo informações sobre o procedimento para o desenvolvimento do *kit* didático.

6.2.2. Materiais e Equipamentos

O processo de produção de biodiesel foi realizado com óleo residual por catálise básica e com uso do metanol. O uso do metanol em vez do etanol se deu pelo fato da reação de transesterificação metanólica ocorrer em apenas alguns minutos enquanto que a via etanólica pode levar horas ou dias.

Para o *kit* didático foram utilizados materiais alternativos e laboratoriais, como garrafas PET, vidros de palmito e béqueres, agitador magnético, equipo de soro com mangueiras, provetas, calculadora, balança, reagentes (KOH, metanol) espátula e até mesmo colheres de sopa comuns com os mesmos objetivos de misturar os reagentes; também foram recomendados e oferecidos os equipamentos de proteção individual - EPI's.

O roteiro oferecido aos professores apresentou uma descrição completa, passo-a-passo com toda a metodologia, pois dessa forma, o professor poderia reproduzir o experimento com facilidade em sua escola e também aproveitar o roteiro como

exemplo para a criação de novos experimentos. Na Figura 19 pode-se observar os professores produzindo o biodiesel com o auxílio do *kit* didático.



FIGURA 19. Os professores preparando os reagentes para realizar o experimento com o *kit* didático.

Os materiais usados foram:

- Garrafa PET (Politereftalato de etileno) de 600 mL ou menor, porém que comporte o volume de 300 mL;
- 3 vidros de palmito e/ou béquer;
- Agitador magnético, magneto e/ou espátula para agitação ou colheres de sopa comum;
- Espátulas para pesagem ou colheres descartáveis de plástico – tipo colher de sobremesa;
- Óleo de fritura usado e seco após aquecimento ou óleo novo e recém aberto;
- Metanol PA (para análise; porém não precisa ser de ótima procedência);
- Hidróxido de potássio (KOH);
- Tubos metálicos ou plásticos – 1 com 15 cm e outro com 40cm de comprimento e diâmetro não superior a 2 mm;
- Rolha de borracha furada de acordo com o diâmetro do tubo metálico ou plástico disponível – 2 furos;

- Equipo de soro ou 50 cm de tubo de plástico transparente flexível para ser encaixado no tubo metálico/plástico;
- Proveta de 100 mL ou 200 mL, ou copo dosador com indicação de volume;
- Na_2SO_4 – sulfato de sódio (secante);
- EPI's - Luvas de látex, Óculos de segurança, avental, máscara descartável para cobrir o rosto (tipo de cirurgião) e luvas que suportem temperatura elevada (Kevlar® - fibra sintética de aramida muito resistente);
- Calculadora simples;
- Seringa sem agulha;
- Balança (para pesagem das massas e para o cálculo de rendimento).

6.2.3. As seguintes etapas compõem o procedimento experimental para a produção do biodiesel

Medições

- Medir 200 mL de óleo de fritura usado;
- Medir 70 ml de metanol, tomando cuidado para não ingerir ou inalar;
- Pesar 3 g de KOH;
- Numerar, pesar e anotar os pesos de todos os béqueres ou vidros de alimentos em conserva;
- Pesar a garrafa PET com a rolha e o tubo com o equipo de soro acoplados.

Preparo do Metóxido

- Transferir o volume de metanol do frasco de medida para um béquer ou vidro de palmito, mantendo esse volume sob agitação magnética;
- Adicionar aos poucos o KOH ao frasco contendo metanol, mantendo-o sob agitação magnética, durante uns 20 a 30 minutos e verificar a completa dissolução.

Produção do biodiesel

- Transferir o óleo para um béquer ou vidro de palmito e manter o óleo sob agitação;
- Adicionar lentamente o metóxido, mantendo o óleo sob agitação;
- Transferir esse volume para a garrafa PET.

Separação das fases

- A separação das fases pode ser feita de duas formas: com a garrafa em pé ou com a garrafa invertida.

Separação do biodiesel direto – com a garrafa invertida

- O tubo maior (40 cm) que atravessa a rolha e vai até o fundo da garrafa deve ser mantido acima da mistura e o tubo mais curto ajustado até atingir a interface de separação – após a separação das fases deixar verter o líquido (biodiesel), recolhendo-o em um frasco previamente pesado.

Separação da glicerina – com a garrafa em pé

- Colocar o tubo maior (40 cm), empurrando-o até o fundo da garrafa, e o menor, empurrando somente até que fique um pouco abaixo da rolha. Após a separação das fases, usando uma bomba de sucção (seringa), puxar a glicerina até atingir um nível abaixo da garrafa, pois dessa forma o líquido continuará a sair sem mais nenhuma necessidade de sucção. Recolher a glicerina em um frasco previamente pesado.

Pesagens

- Pesar o frasco contendo a glicerina ou biodiesel;

- Pesar a garrafa PET com o equipo ou tubo acoplado com a rolha.

Cálculo de rendimento

- O cálculo do rendimento é realizado subtraindo o valor da massa da garrafa com o material produzido (glicerina ou biodiesel) do valor da massa da garrafa vazia.

6.3. CONSTRUÇÃO DO *KIT* DIDÁTICO

O *kit* didático foi elaborado a partir da substituição de vidrarias de laboratório por materiais alternativos. Essa escolha foi baseada na idéia que a maioria das escolas públicas não possuem locais e materiais de laboratório para desenvolvimento de experimentos de Química.

Dessa forma, béqueres e erlenmeyers podem ser substituídos por vidros de alimentos em conserva ou por qualquer outro recipiente de vidro, espátulas e bastões podem ser substituídos por colheres e o funil de separação pode ser substituído por garrafa PET, como pode-se observar na Figura 20. Além disso, os volumes podem ser medidos com o auxílio de copos medidores ao invés de provetas e a agitação pode ser totalmente manual, uma vez que o experimento não demanda muito tempo de agitação para que ocorra a reação. Enfatizando a importância da experimentação no ensino de Química, optou-se por um *kit* didático que pudesse ser elaborado com materiais de fácil acesso a todos e de baixo custo para as escolas.



FIGURA 20. Diversas etapas da preparação e utilização do *kit* didático elaborado a partir de materiais alternativos

Os componentes básicos do *kit* são:

- Garrafa PET;
- Rolha de borracha com 2 furos;
- Dois tubos plásticos ou metálicos (pode ser de cobre ou qualquer outro material rígido);
- Equipo de soro;
- Seringa sem a agulha.

Para a preparação dos reagentes foram utilizados:

- Frasco de palmito para preparação do metóxido (metanol + KOH);
- Frasco para a coleta da glicerina;
- Copo medidor para dosagem dos reagentes;
- Colher para a transferência dos reagentes e agitação manual dos mesmos.

Funções dos componentes do *kit* didático:

A garrafa PET (Politereftalato de etileno) é constituída de um material totalmente inerte, leve, transparente, inquebrável e seguro e se assemelha a um funil de separação.

A rolha de borracha foi escolhida como forma de vedação do sistema por ser um material fácil de furar.

Os tubos usados tanto para o escoamento da glicerina (maior), como para entrada de ar (menor) podem ser de qualquer material que seja rígido o suficiente para passar pelos orifícios da rolha de borracha.

O equipo de soro utilizado como mangueiras no *kit* didático foi escolhido devido a sua facilidade de manipulação e baixo custo.

A seringa pode ser utilizada caso a garrafa PET seja utilizada na posição normal, pois nesse caso há a necessidade de uma sucção para dar início ao escoamento.

Nesse trabalho utilizou-se uma balança para pesar os reagentes, porém, caso as escolas não possuam esse tipo de equipamento, é possível converter as medidas em padrões comuns como apresentado na Tabela 3.

TABELA 3. Conversão de medidas volumétricas e gravimétricas para medidas padrões comuns

<i>Volumes</i>	<i>Medidas padrões comuns</i>
200 mL de óleo	1 xícara de chá
70 mL de álcool	¼ xícara de chá
3 g de KOH	1 colher de sopa

O *kit* didático pode ser observado nas Figuras 21 e 22 com indicações dos detalhes da sua estrutura:

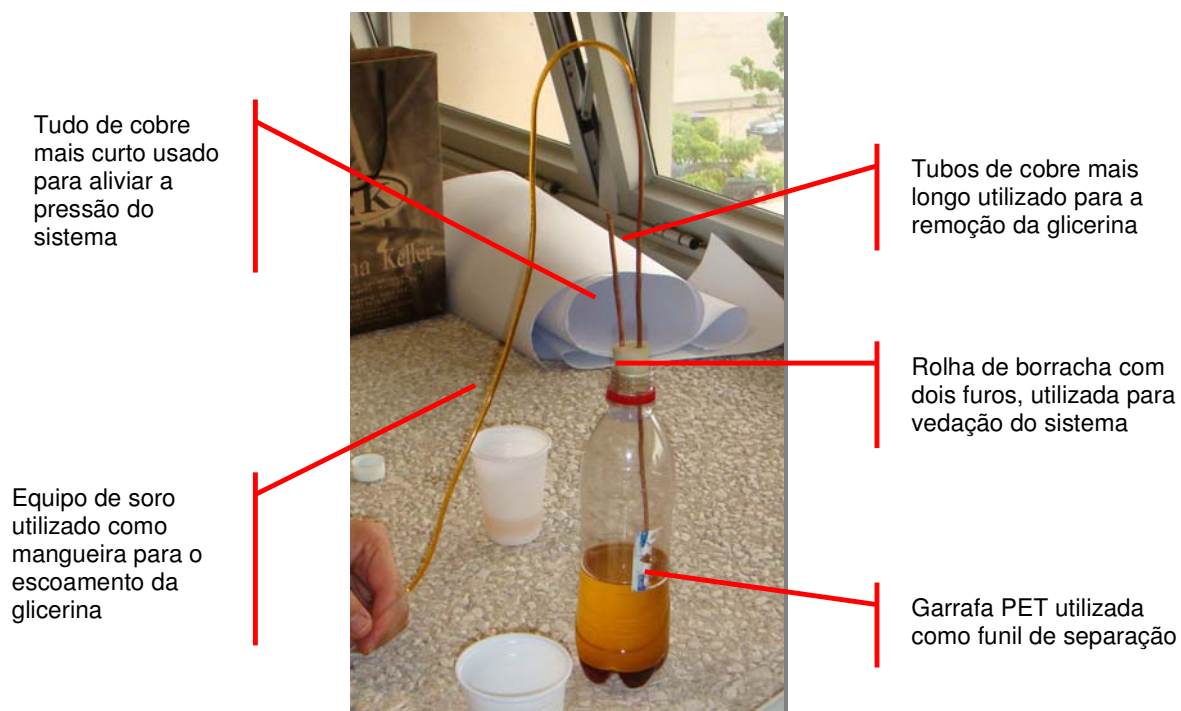


FIGURA 21. Materiais usados na construção do *kit* didático (garrafa em pé)

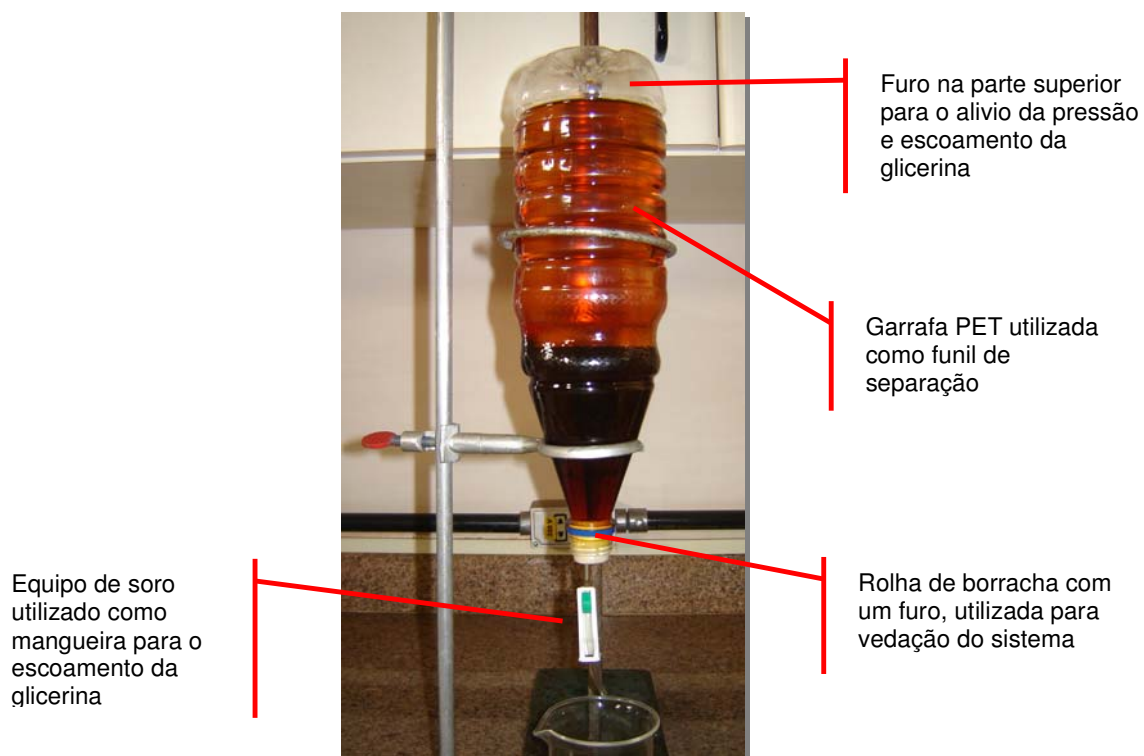


FIGURA 22. Materiais usados na construção do *kit* didático (garrafa invertida)

No exemplo mostrado na Figura 22, foi utilizado um único tubo para a saída do produto, e sendo assim, para aliviar a pressão do sistema e ocorrer o escoamento do produto, houve a necessidade de furar a parte superior da garrafa PET. Essa é uma forma bem mais simples, porém para cada experimento há a necessidade de uma nova garrafa.

6.4. DESENVOLVIMENTO DA CARTILHA DO BIODIESEL

Com a finalização de todas as etapas desse trabalho, foi possível perceber que seria importante o desenvolvimento de um material explicativo contendo sugestões para introduzir a temática biodiesel em sala de aula, possíveis atividades pré-experimento, o roteiro e todas as informações para orientar os professores no desenvolvimento desse experimento sobre o biodiesel.

Considerando a divulgação dessa proposta de experimentação para que possa ser utilizada por qualquer professor, seja ele da rede pública ou privada, foi elaborada a cartilha do biodiesel. Essa cartilha é um guia didático que busca, de maneira simples e objetiva, contribuir como base para o desenvolvimento da experimentação em Química, tendo como tema gerador o biodiesel.

A cartilha foi elaborada seguindo informações bibliográficas atualizadas sobre a construção de materiais didáticos. A cartilha foi estruturada com os seguintes tópicos: Apresentação, Público Alvo, Objetivos, Visão, Etapas do Projeto (onde estão sugestões de pesquisa e o desenvolvimento do *kit* didático) e finalmente Referências Bibliográficas.

Embora a cartilha tenha como proposta dar suporte e orientação sobre o tema, fica a critério do professor verificar se há a possibilidade de desenvolver todas as atividades previstas nas “Etapas do Projeto”, ou somente as que ele julgar pertinentes.

CAPÍTULO 7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo estão descritos e analisados os resultados da metodologia para produção de biodiesel, da construção do kit didático, além da avaliação realizada com os professores e alunos. Estão também apresentadas as opiniões e experiências relatadas pelos participantes envolvidos no projeto com o objetivo de demonstrar os diversos elementos que contribuíram para o desenvolvimento dessa pesquisa.

7.1. RESULTADOS DA METODOLOGIA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Partiu-se do princípio que, para trabalhar uma temática com professores e alunos é necessário ter conhecimentos prévios e detalhados sobre o assunto. Porém, não basta ter somente conhecimentos teóricos, sendo necessários também o conhecimento experimental, já que se está considerando o ensino de Química e a construção de um material didático.

Pesquisando na literatura, foram encontrados diversos autores que propõem diferentes metodologias para a produção do biodiesel. Então surgiu a dúvida: qual dessas metodologias é a melhor com objetivos didáticos?

Foram realizados diversos testes, variando a porcentagem do álcool, utilizando ora o etanol, ora o metanol, variando a quantidade do catalisador, NaOH ou KOH, variando a temperatura da reação e as condições gerais da reação, e chegou-se a uma metodologia mais adequada para fins didáticos. A metodologia selecionada foi baseada no trabalho de Rebelo, 2001, tendo sido descrita como teste 8 no capítulo 5 deste trabalho.

Para a produção do biodiesel etanólico utilizou-se a seguinte proporção:

- 100 mL de óleo de soja
- 35 mL de etanol anidro (35%)
- 1,5 g de KOH P.A. (1,5%)

O KOH foi dissolvido no etanol em um erlenmeyer sob agitação magnética e aquecimento em torno de 50°C até sua completa dissolução para produção de etóxido de potássio.

O óleo foi colocado em um erlenmeyer sob agitação e então adicionou-se o etóxido de potássio. Foi observado o escurecimento brusco da solução, que logo retornou à coloração inicial, porém ficando um pouco turva. O sistema permaneceu sob agitação por 24 horas em temperatura ambiente. A solução foi transferida para um funil de separação, podendo ser observado no mesmo instante a separação de fases, porém com a mesma coloração. A separação de fases foi visualizada facilmente, porém ambas as fases tinham a mesma cor.

Para a produção do biodiesel metanólico, utilizou-se a mesma metodologia do Teste 8, descrito no Capítulo 5, fazendo uso da seguinte proporção:

- 100 mL de óleo de soja
- 35 mL de metanol (35%)
- 1,5 g de KOH P.A. (1,5%)

O KOH foi dissolvido no etanol em um erlenmeyer sob agitação magnética e aquecimento em torno de 50°C até a dissolução completa, para produção de etóxido de potássio.

O óleo foi colocado em um erlenmeyer sob agitação e então adicionou-se o metóxido de potássio. A solução apresentou-se turva e permaneceu dessa forma por aproximadamente 30 minutos, permanecendo sob agitação à temperatura ambiente. A solução foi transferida para um funil de separação, no qual se pode observar, instantaneamente, a separação de fases, estas com cores bem distintas. O biodiesel permaneceu na parte superior com coloração amarelo claro e a glicerina na fase inferior com coloração marrom. A separação de fases foi bem rápida, de fácil visualização e com cores bem distintas entre as fases.

Diante dos experimentos, o catalisador escolhido foi o KOH em vez do NaOH, pois ambos apresentaram os mesmos resultados, porém o custo do KOH é mais baixo, viabilizando dessa forma a aquisição deste reagente.

Apesar da toxicidade do metanol, a reação com o mesmo apresentou-se muito mais visível, pois a separação de fases ocorre com fases bem distintas e com cores bem diferentes, além da reação ocorrer de forma praticamente imediata. A metodologia sugerida e o *kit* didático foram propostos de forma que os professores pudessem trabalhar com o experimento em período normal de aula, e portanto o etanol não seria adequado, pois, mesmo não sendo tóxico, pode levar horas ou mesmo dias para ocorrer a separação de fases. O experimento com o etanol também pode ser utilizado nas escolas, porém o indicado seria começar em uma aula e terminar em outra, ou mesmo na semana seguinte, mas não se pode esquecer a ansiedade que os alunos apresentam em ver o resultado no mesmo dia que estão realizando o experimento. Outro fator muito importante e que não se pode deixar de lado, é que a utilização do etanol está restrita ao etanol anidro, que é vendido como um reagente, pois o etanol comercial, que é vendido em supermercados, apresenta uma enorme quantidade de água, que gera uma outra reação, a saponificação, que compete com a reação de transesterificação, gerando dessa forma sabão junto ao biodiesel. A saponificação dificultará a separação de fases, além de interferir na qualidade do biodiesel produzido.

Outro fator que foi verificado ao pesquisar a metodologia adequada foi a questão do rendimento da reação, que é a quantidade de material produzido (biodiesel + glicerina) em relação a quantidade de matérias-primas utilizadas (óleo + álcool + catalizador) após o processo de lavagem. A comparação foi realizada entre a produção de biodiesel com o metanol e o etanol e os resultados podem ser observados nas tabelas 4 e 5.

TABELA 4. Rendimento do Biodiesel produzido via rota metílica a partir de óleo usado

Massa (g)	Experimento - Metanol	
	1	2
Óleo	888,3	900,4
Álcool	271,0	272,0
KOH	15,0	15,2
Glicerina	-	209,0
Biodiesel	894,1	880,0
Água de Lavagem	-	791,3
Biodiesel lavado	832,2	788,7
Agente secante	~100	201,1
Biodiesel seco	782,5	715,9
Rendimento (%)	88,09	79,51

TABELA 5. Rendimento do Biodiesel produzido via rota etílica a partir de óleo usado

Massa (g)	Experimento - Etanol	
	3	4
Óleo	886,5	886,5
Álcool	269,8	269,3
KOH	15,2	15,1
Glicerina	-	287
Biodiesel	-	757,8
Água de Lavagem	874,1	496,7
Biodiesel lavado	694,5	736,3
Agente secante	201,8	103,3
Biodiesel seco	613,9	721,9
Rendimento (%)	69,25	81,43

A partir das tabelas 4 e 5, pode-se observar que o rendimento médio do biodiesel metílico dos experimentos 1 e 2 ($83,8 \pm 6,06$) foi superior ao biodiesel etílico dos experimentos 3 e 4 ($75,3 \pm 8,61$) em aproximadamente 10%.

Um dos fatores que afeta o rendimento da reação de transesterificação de óleo usado em fritura é a presença de água e ácidos graxos livres, que podem ter seus teores reduzidos através de um processo de pré-tratamento, aprimorando o rendimento da reação.

A partir da gama de valores dos rendimentos apresentados, podemos dizer que não atingimos uma metodologia que pode ser considerada reprodutível e que, dessa

forma, seriam necessários muitos outros testes com enfoque metrológico para buscar algumas respostas, porém o nosso objetivo de verificar que é necessário um controle de qualidade para garantir a qualidade do produto foi alcançado.

A qualidade do biodiesel é um fator de grande importância, pois alguns parâmetros poderão determinar se o biocombustível poderá ou não ser comercializado.

Com base nas informações regulamentadas pela ANP – Agencia Nacional de Petróleo e com a colaboração do CEMPEQC – Centro de Monitoramento e Pesquisa da Qualidade de Combustíveis, Biocombustíveis, Petróleo e Derivados, as amostras de biodiesel obtidas nesse trabalho foram avaliadas a fim de verificar se o biocombustível produzido apresentava condições mínimas de qualidade.

No início dos testes o biodiesel já estava sendo comercializado na proporção de 2% misturado ao diesel de petróleo e dessa forma foram realizados testes com o B100 (100% de biodiesel) e B2 (mistura de 2% de biodiesel e 98% de diesel de petróleo), que podem ser observados na Tabela 6.

TABELA 6. Resultados das amostras de biodiesel metílico B100 e B2

Especificação	biodiesel (óleo de fritura) ¹²	Óleo Diesel ¹³	B2* ¹⁴	B2 1	B2 2	B100 1	B100 2
Ponto inicial de destilação (°C)	307	189	-	-	-	-	-
10%	319	220	189,6	188,4	199,6	185,6	196,8
20%	328	234	-	-	-	-	-
50%	333	263	285,5	283,9	287,4	281,4	282,9
70%	335	286	-	-	-	-	-
80%	337	299	-	-	-	-	-
90%	340	317	373,5	372,2	370,4	-	-
Ponto final de destilação (°C)	342	349	-	-	-	-	-
Aromáticos (% v/v)	nd	31,5	-	-	-	-	-
Carbono (%)	77,4	86,0	-	-	-	-	-
Hidrogênio (%)	12,0	13,4	-	-	-	-	-
Oxigênio (%)	11,2	0,0	-	-	-	-	-
Enxofre (%)	0,03	0,3	0,16	0,15	0,17	0,0037	0,0029

¹² Análise realizada pela empresa Filtroil (Campina Grande do Sul, PR) (Pedro, 2000)

¹³ Óleo diesel tipo US-2D

¹⁴ Amostra fornecida pelo laboratório de análise para efeito de comparação

TABELA 6. Resultados das amostras de biodiesel metílico B100 e B2 – continuação

Índice de cetano	44,6	46,1	45,9	45,9	45,9	45,6	45,4
Número de cetano	50,8	46,2	-	-	-	-	-
Valor calórico (MJ/kg)	37,5	42,30	-	-	-	-	-
Viscosidade (cSt, 40°C)	5,14	3,05	-	-	-	-	-
Ponto de Fulgor (°C)	151	38	60	42	45	85	44
Ponto de combustão (°C)	191	45	-	-	-	-	-
Densidade 15°C (g.cm-3)	0,8828	0,84	0,8850	-	-	0,8816	0,8821
Densidade 20°C (Kg.m-3)	-	-	871,5	851,5	854,7	878,1	878,6
Sedimentos	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
Cloretos e Sulfatos	negativo	negativo	-	-	-	-	-
Umidade (ppm)	1390	58	-	-	-	-	-

As análises para os pontos de destilação apresentaram resultados próximos dos valores esperados para a mistura de biodiesel com diesel, dessa forma sendo considerados como aceitáveis. Quanto às outras análises apresentadas, verificou-se:

- Os resultados do índice de cetano e da densidade apresentaram resultados satisfatórios.
- Os valores obtidos para o teor de enxofre também apresentaram valores compatíveis e aceitáveis.
- Os resultados do ponto de fulgor variaram. No entanto, no caso da mistura de biodiesel de metanol com diesel (colunas 5 e 6 da tabela 6), os valores estão mais próximos dos valores esperados.

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados das análises do biodiesel etílico que apresentaram resultados semelhantes, porém com uma variação um pouco maior, que pode ser justificada pela maior dificuldade de se preparar o biodiesel etílico devido à presença de água no etanol.

TABELA 7. Resultados das amostras de biodiesel etílico B100 e B2

Especificação	biodiesel (óleo de fritura ¹⁵)	Óleo Diesel ¹⁶	B2 3	B2 4	B 100 3	B100 4
Ponto inicial de destilação (°C)	307	189	-	-	-	-
10%	319	220	190,2	199,4	-	-
20%	328	234	-	-	-	-
50%	333	263	284,7	287,5	-	-
70%	335	286	-	-	-	-
80%	337	299	-	-	-	-
90%	340	317	371,3	370,6	-	-
Ponto final de destilação (°C)	342	349	-	-	-	-
Aromáticos (% v/v)	nd	31,5	-	-	-	-
Carbono (%)	77,4	86,0	-	-	-	-
Hidrogênio (%)	12,0	13,4	-	-	-	-
Oxigênio (%)	11,2	0,0	-	-	-	-
Enxofre (%)	0,03	0,3	0,16	0,16	0,0003	0,0100
Índice de cetano	44,6	46,1	46,1	45,9	-	-
Número de cetano	50,8	46,2	-	-	-	-
Valor calórico (MJ/kg)	37,5	42,30	-	-	-	-
Viscosidade (cSt, 40°C)	5,14	3,05	-	-	-	-
Ponto de Fulgor (°C)	151	38	42	44		160
Ponto de combustão (°C)	191	45	-	-	-	-
Densidade 15°C (g.cm-3)	0,8828	0,84	-	-	-	-
Densidade 20°C (Kg.m-3)	-	-	851,5	854,6	-	-
Sedimentos	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
Cloretos e Sulfatos	negativo	negativo	-	-	-	-
Umidade (ppm)	1390	58	-	-	-	-

* Análise realizada pela empresa Filtroil (Campina Grande do Sul, PR) (Pedro, 2000)

*Óleo diesel tipo US-2D

¹⁵ Análise realizada pela empresa Filtroil (Campina Grande do Sul, PR) (Pedro, 2000)

¹⁶ Óleo diesel tipo US-2D

Algumas amostras do biodiesel produzido não foram analisadas detalhadamente no CEMPEQC, pois o objetivo não é a produção de biodiesel com finalidades tecnológicas ou comerciais, mas sim didáticas. Também não foram realizadas algumas outras análises que apresentariam características importantes para um biodiesel com finalidades comerciais, como por exemplo, viscosidade, índice de carbono, hidrogênio e oxigênio, que são obrigatórias para um controle rigoroso da qualidade do produto.

Possíveis falhas para os resultados das análises apresentadas nesse trabalho podem estar associadas ao processo de produção do biodiesel. Mas somente dessa forma foi possível avaliar a importância do controle de qualidade no processo de produção de biodiesel, pois não seria adequado transmitir aos professores e alunos que a simples mistura de reagentes é capaz de gerar um combustível de qualidade. Essas análises também tiveram o objetivo de tirar a visão errônea que muitas vezes aparecem nos telejornais e revistas, de que é possível fabricar biodiesel no “quintal de casa” e utilizar em qualquer motor a diesel.

Depois das análises realizadas, pôde-se concluir o desenvolvimento do *kit* didático com mais tranquilidade e segurança, pois já estava claro que a metodologia proposta para a produção do biodiesel forneceria um biodiesel com um mínimo de qualidade e, se fosse o caso, esse biocombustível poderia ser inserido em um motor a diesel.

Os aspectos da qualidade na produção do biodiesel são estudados tanto no Brasil quanto no exterior por muitos pesquisadores que estão focados em buscar novas tecnologias para a produção de um biodiesel com altos padrões de qualidade, para a inclusão desse combustível de fonte renovável principalmente no mercado brasileiro.

7.2. RESULTADO DO DESENVOLVIMENTO DO *KIT* DIDÁTICO: MÉTODOS E MATERIAIS

Inicialmente foi idealizada a construção de um *kit* didático laboratorial, usando apenas instrumentos e vidrarias convencionais de laboratório, como béquer, funil de separação, agitador magnético, materiais esses, que foram inicialmente utilizados para

o desenvolvimento da metodologia utilizada nesse trabalho. Porém analisando a maioria das escolas estaduais, as mesmas muitas vezes não apresentam laboratórios equipados e algumas nem mesmo têm laboratórios e, tendo em vista a importância da experimentação no ensino de Química, foi pensado um *kit* didático que pudesse ser construído com materiais de fácil acesso a todos e que tivesse custos bem baixos para as escolas.

No *kit* didático proposto, foi deixada em aberto aos professores a opção de trabalhar com materiais alternativos como, vidros de palmitos no lugar de béqueres, colheres no lugar de espátulas e bastões de vidro, copos de medidas no lugar de provetas e garrafa PET como funil de separação.

Os materiais como vidro de palmito e outras embalagens foram sugeridos com o objetivo dos alunos se mobilizarem em busca de materiais para a construção do *kit*, pois dessa forma poderia haver o envolvimento da comunidade e dos pais nos projetos da escola.

O óleo de fritura também foi utilizado com o mesmo objetivo; porém, além de mobilizar os alunos e a comunidade, com este resíduo podem ser apresentados e discutidos todos os problemas ambientais envolvidos com o descarte inadequado no óleo usado e, dentro do possível, transmitir aos envolvidos no projeto noções de educação ambiental.

A proposta da garrafa PET tem origem no fato do material ser totalmente inerte, leve, transparente, inquebrável e seguro, além da garrafa apresentar um formato de funil quando invertida.

A rolha de borracha foi escolhida, pelo fato de que a borracha é um material fácil de se encontrar e fácil para moldar e furar. Todavia, não se pode descartar a possibilidade de se trabalhar com rolha de cortiça, muito embora deva se ter em mente que esse material se despedaça facilmente.

O equipo de soro utilizado como mangueiras no *kit* didático foi escolhido devido a sua facilidade de manipulação e baixo custo.

Optou-se por utilizar o princípio dos vasos comunicantes quando introduzidas as mangueiras/tubos dentro da garrafa PET, pois, mesmo a garrafa sendo de um material reciclável, não poderia ser reutilizada caso a mangueira/tubo de entrada de ar

não estivesse presente, pois, para que o biodiesel escoasse da garrafa, seria necessário fazer um buraco na mesma para aliviar a pressão.

Nesse trabalho foram utilizadas balanças para pesar os reagentes; porém, conforme já mencionado, caso as escolas não possuam esse tipo de equipamento é possível converter as medidas em padrões comuns, como por exemplo, 1 colher de sobremesa de catalisador, 1 xícara de chá de óleo e $\frac{1}{4}$ de xícara de chá de álcool. Dessa forma o *kit* didático poderia ser utilizado sem restrições pela maioria das escolas.

7.3. AVALIAÇÃO DO “PROJETO BODIESEL NA ESCOLA” POR PROFESSORES E ALUNOS

Serão apresentados e discutidos alguns resultados de pesquisas do “Projeto Biodiesel na Escola” realizado junto aos professores e alunos do 2º e 3º anos do ensino médio das escolas do CEETEPS e do CTIG, cujas temáticas do projeto se concentraram nas matérias-primas para a produção de biodiesel, saúde e meio ambiente. A coleta das opiniões e impressões de professores e alunos sobre o projeto foram realizadas por meio de questionários e grupos focais.

O “Projeto Biodiesel na escola” buscou o desenvolvimento de ações e temas que propiciassem a promoção e construção da cidadania, a conscientização ambiental, bem como a formação e capacitação de recursos humanos, atuando junto aos professores e alunos das escolas, tendo o biodiesel como tema catalisador.

Avaliação dos Alunos

Segundo 76% dos alunos, trabalhar com a temática “biodiesel” foi uma experiência boa e interessante, sendo que, 93% dos alunos disseram que ter realizado o experimento proporcionou a aquisição de novos conhecimentos.

Considerando-se as atividades desenvolvidas no projeto, 94% dos alunos afirmaram terem participado da exposição realizada nas escolas e 92% deles disseram ter feito apresentação oral sobre o tema durante a exposição.

Segundo os dados obtidos, 99% dos alunos participaram de trabalhos em grupos e 71% participaram efetivamente na construção de experimentos e maquetes sobre o tema. Ainda, 79% dos alunos afirmaram ter desenvolvido cartazes, panfletos e outros materiais enquanto participaram do projeto. Uma porcentagem de 97% dos alunos pesquisaram os temas propostos, mas somente 50% desenvolveram textos.

Os alunos, quando questionados sobre a relação do projeto biodiesel com o aprendizado de diversos assuntos, deram um maior destaque para meio ambiente, Biologia e Química, mas não deixaram de falar sobre Física, informática, redação e matemática.

Na questão sobre a influência do projeto na sua formação pessoal, os alunos deram ênfase para o trabalho em equipe e a realização de pesquisas, mas também disseram que o projeto os ajudou a comunicar-se e expressar-se melhor em público.

Com base na Interpretação do grupo focal realizado com alunos, quando questionados se gostaram de participar do projeto, a grande maioria dos alunos disseram que sim, pois segundo eles, o mesmo os incentivou a uma nova maneira de aprender, estimulando a criatividade, o trabalho em equipe e a troca de experiências. Química, que é uma matéria considerada difícil, “foi aprendida de maneira mais divertida e fácil”.

Quando questionados sobre novos conhecimentos adquiridos sobre as fontes alternativas de energia depois de ter participado do projeto, os alunos salientaram que o projeto possibilitou o contato com algumas dessas fontes de energia, e que, experiências como o projeto Biodiesel na escola, influenciaram positivamente e diretamente a aprendizagem de disciplinas como Química e Biologia. Os alunos relacionaram a disciplina de Biologia com as questões ambiental e de saúde que foi um dos temas de pesquisa das atividades propostas.

Foram questionados também outros conhecimentos adquiridos com a participação no projeto, entre outras respostas, os alunos disseram que a metodologia de trabalho (Projeto Biodiesel na Escola) incentivou e melhorou suas capacidades de comunicação expressão, ao relatarem suas experiências para os outros grupos e para outras escolas. O trabalho em grupo foi apontado pelos alunos como um fator de estímulo à união, cooperação, responsabilidade, divisão de trabalho e organização. Os

alunos desenvolveram senso crítico quanto a suas próprias ações frente ao meio ambiente, conscientizando-se de que preservá-lo é responsabilidade de todos.

Avaliação dos Professores

As informações foram obtidas a partir de grupos focais com os professores participantes do projeto.

Os professores avaliaram como alto ou muito alto o envolvimento dos alunos no projeto e que eles gostam de participar de projetos e se adaptam facilmente a propostas desse gênero. Consideraram também adequadas as propostas de trabalho e a condução das atividades e salientaram que estas eram condizentes com as necessidades de aprendizagem dos alunos.

Quando questionados sobre as contribuições do projeto para os alunos participantes, eles disseram que os alunos tornaram-se mais responsáveis em relação ao meio ambiente e que a integração aluno, meio ambiente e sociedade, de certo modo, despertou nos alunos participantes, uma melhor visualização dos problemas ambientais e da maneira de se tentar resolvê-los. Esse interesse foi despertado, por exemplo, através da leitura de jornais e acessos a Internet. Também foram despertadas novas habilidades, comportamentos e atitudes.

Já com relação ao envolvimento dos pais e da comunidade os professores disseram que muitos pais sentiram-se envolvidos com os problemas do meio ambiente e se dispuseram a colaborar com os filhos e a escola na divulgação do projeto. Ainda segundo eles, o envolvimento da comunidade deu-se em momentos como na exposição do biodiesel e em entrevistas realizadas com a comunidade para a realização do projeto.

Com referência à temática proposta pelo projeto, buscou-se saber se o projeto contribuiu para o desenvolvimento dos conteúdos de ensino do currículo escolar e os professores disseram que sim, principalmente na disciplina Química, pois foram desenvolvidos na prática alguns dos conteúdos teóricos. A temática também contribuiu para realizar pesquisas, desenvolver experimentos, construir maquetes, entre outros, que são proposições de ações válidas para trabalhar diversos conteúdos. Os professores ainda disseram que muitos assuntos tratados no projeto fazem parte dos conteúdos das

diversas disciplinas do ensino médio. Desta forma, o projeto ajudou a fortalecer o aprendizado dos conteúdos das disciplinas envolvidas.

7.4. AVALIAÇÃO DO CURSO DE ATUALIZAÇÃO

Para a avaliação do Curso de Atualização Profissional para Professores de Química, a forma de coleta de dados utilizada foi o formato de questionário que foi preenchido e entregue pelos professores no final do curso. E a partir das respostas a esse questionário foram obtidos os resultados apresentados a seguir.

Os professores participantes do curso de atualização constituíram um grupo bastante heterogêneo no que se refere as escolas, cidades, idade e tempo de magistério.

Os dados colhidos com os participantes mostraram que: 19% possuíam de 0 a 5 anos de magistério, 19% de 6 a 10 anos, 14% de 11 a 15 anos, 19% de 16 a 20 anos e 29% mais de 21 anos. Verificou-se, assim que aproximadamente 80% dos participantes possuíam mais de 5 anos de magistério e portanto uma razoável experiência de docência na disciplina de Química.

Ainda a partir do questionário, pode-se verificar que os professores consideraram a capacitação útil para o seu desenvolvimento profissional, pois possibilitou a aquisição de novos conhecimentos sobre os biocombustíveis. Considerando todos os professores participantes, 40% não conheciam nada sobre o processo de produção do biodiesel, mas em sua totalidade acreditaram que o mesmo pode ser utilizado como tema gerador de projetos educacionais e como estratégia para compreensão de conteúdos de Química e meio-ambiente, promovendo a articulação entre a teoria e a prática.

Com relação ao relacionamento com os tópicos de Química, 95% acreditaram serem capazes de fazer a relação entre a experimentação proposta e os conceitos e procedimentos teóricos da disciplina. Segundo 85% dos professores participantes, a proposta da capacitação pode ser adequadamente realizada na escola.

Para a totalidade dos professores, a organização e as propostas de atividades desenvolvidas na capacitação foram adequadas, sendo que 28% consideraram que a capacitação possibilitou esclarecer dúvidas, 23% disseram que adquiriram novos

conceitos e métodos, e 33% apontaram a viabilidade da execução da proposta na escola como fator importante da capacitação.

Quando questionados sobre as possíveis dificuldades de aplicação do *kit* nas escolas, 53% assinalaram que não haveria nenhuma dificuldade na aplicação, 19% indicaram a falta de um local adequado para trabalhar com os alunos, 14% disseram talvez não conseguir os materiais necessários, e 14% consideraram a falta de tempo um empecilho para incluir a experimentação no dia-a-dia da escola.

Com relação a sugestões para futuras capacitações, 14% consideraram importantes o uso de equipamentos e vidrarias adequadas, 9% gostariam de fazer o processo com etanol em vez de metanol, e 9% opinaram que a capacitação deveria ter maior duração.

7.5. APLICAÇÃO DO *KIT* DIDÁTICO NA ESCOLA

Para a verificação da aplicação do *kit* didático e sua metodologia pelos professores participantes do Curso de Atualização Profissional para Professores de Química, a coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas com professores que utilizaram o *kit* didático na escola. A seguir estão apresentados alguns dos resultados obtidos.

O *kit*, na escola, foi reproduzido nos mesmos moldes do curso de atualização, não havendo nenhuma alteração de metodologia e materiais. Na escola foram realizados testes com metanol e etanol, porém com a rota etílica não obtiveram sucesso devido ao uso de etanol comercial. Os alunos foram participativos, buscando materiais e pesquisando sobre o tema do *kit*. Durante a experimentação diversos conteúdos de Química foram associados, como por exemplo, densidade, separação de misturas e solubilidade. De todas as informações obtidas, uma parece ser bastante importante, pois mesmo as escolas não tendo todo o material laboratorial necessário, professores e alunos concordaram que a Química sem vidrarias e instrumentos laboratoriais perde seu encanto, pois, principalmente para os alunos, a experimentação como cientistas com jalecos e tubos de ensaio na mão passa a ter uma importância e atração que os materiais alternativos não possibilitam.

CAPÍTULO 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se considerar que a proposta do “Projeto Biodiesel na Escola” foi bem aceita por toda a comunidade escolar, uma vez que todos os alunos participaram de trabalhos em grupos e pesquisaram sobre o tema proposto. A grande maioria participou efetivamente na construção de experimentos e maquetes sobre o tema e desenvolveram as atividades propostas pelo projeto. Segundo eles mesmos, e também confirmado pelos professores, tornaram-se mais responsáveis em relação ao meio ambiente e, de certo modo, despertaram para esse problema e passaram a refletir sobre como poderiam tentar, de alguma forma, resolvê-lo. E esse interesse, foi despertado pelas pesquisas que desenvolveram durante a execução do projeto principalmente através da leitura de jornais e uso da Internet. Os professores disseram também perceber ganhos qualitativos nas competências e habilidades dos alunos sobre o tema Química e meio ambiente, bem como perceberam novos comportamentos e atitudes, verificando-se entre os alunos um maior interesse pela ciência de maneira geral, sobre os problemas ambientais e sobre as formas e usos da energia.

Segundo os professores, as temáticas como biodiesel, meio ambiente e fontes alternativas de energia foram fáceis de ser introduzidas no currículo, pois muitos assuntos tratados no projeto fazem parte dos conteúdos dos diversos componentes curriculares do Ensino Médio. Desta forma, o projeto ajudou e fortaleceu o aprendizado desses conceitos.

Principais vantagens do “Projeto biodiesel na escola” segundo os envolvidos:

- Trabalho em equipe;
- Incentivo à pesquisa;
- Diversas formas de expressão: comunicação oral e escrita;
- Desenvolvimento de cidadania e despertar da consciência ambiental;
- A proposta de uma metodologia diferenciada;
- Temáticas que possibilitam uma forma agradável de trabalhar os conteúdos de diversas disciplinas, como por exemplo, a Química e a Biologia;

- Agregar alunos e professores em torno do trabalho, despertando a curiosidade e possibilitando a experimentação.

Já com relação à aplicação do *kit* didático de biodiesel, uma parcela considerável dos professores participantes do curso de atualização (40%) não conhecia o processo de produção do biocombustível em questão. A grande maioria 95% acredita ser capaz de fazer a associação entre a experimentação proposta e os conceitos e procedimentos teóricos da Química. Os professores consideram, de maneira geral, o tema “biodiesel” e a proposta de *kit* adequada para trabalhar conteúdos de Química. A grande maioria considera viável trabalhar o *kit* na escola, no entanto uma parcela se contradiz ao elencar várias dificuldades que podem encontrar ao fazer uso do *kit* na escola.

Foi verificada uma resistência dos professores (14%) quanto ao uso de materiais alternativos na experimentação: parece haver um desencantamento ou um rebaixamento da “Química enquanto ciência”, quando não se utilizam os equipamentos e vidrarias tradicionais e o “jaleco branco”.

Principais dificuldades, segundo os professores, para fazer uso do *kit* didático:

- Falta de local adequado para realização de experimentos;
- Dificuldade para aquisição dos materiais;
- Falta de tempo para realizar as atividades dentro do cronograma escolar.

Alunos e professores participantes do “Projeto Biodiesel na Escola” trabalharam no seu cotidiano uma metodologia diferenciada baseada nos princípios de aprendizagem baseada em projetos (PBL).

Os professores participantes do curso de atualização puderam aprender e transmitir para os alunos uma nova técnica de produção de biodiesel que pode ser relacionada com os conteúdos da disciplina de Química. Apesar da proposta do *kit* didático oferecer a possibilidade do uso de materiais alternativos e recicláveis, essa

modalidade não foi bem aceita pelos professores e alunos, pois, segundo eles, é mais interessante e estimulante realizar a reação fazendo uso de vidrarias e materiais tradicionais de laboratório.

Mediante os vários mecanismos de coleta de dados e análise das informações dos vários segmentos envolvidos, podemos observar que as ações do projeto permitiram alcançar, em diferentes graus, a maioria dos resultados propostos inicialmente. Este trabalho buscou contribuir e elucidar alguns aspectos teórico-metodológicos da inserção do tema biodiesel como um elemento capaz de desencadear discussões sobre outros temas mais amplos como fontes de energia, meio-ambiente e sociedade. Acredita-se que outras pesquisas possam ser desenvolvidas utilizando-se a mesma abordagem de intervenção, porém focalizando outros temas relevantes para tratar questões ligadas à produção, distribuição e consumo de energia do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANASTAS, P.T.; Warner, J. **Green Chemistry: Theory and Practice**; Oxford University Press: Oxford, 1998.

ANDRADE, G. C. F. **Biodiesel como tema gerador para aulas de Química no Ensino Médio**. Belo Horizonte, 2007. Monografia (Licenciatura em Química) Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Minas Gerais. 75p.

ANP, **Resolução ANP nº 7 de 19/03/2008**. Disponível em <
http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2008/mar%C3%A7o/ranp%207%20-%202008.xml> Acessado em 11/01/2010

ANVISA, **Informe Técnico nº 11, de 5 de outubro de 2004**. Disponível em <
http://www.anvisa.gov.br/ALIMENTOS/informes/11_051004.htm> Acessado em 11/01/2010

ARAÚJO, M. C. M.; **Competências do professor para o trabalho com a metodologia de projetos de forma eficaz**. Belo horizonte, 2009 (Mestrado) Dissertação para obtenção do título de Mestre na área de Educação Tecnológica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. 146p.

ASTM Standard D 4052, **“Test Method for Density and Relative Density of Liquids by Digital Density Meter”**, ASTM International, West Conshohocken, www.astm.org.

ASTM Standard D 4294, **“Test Method for Sulfur in Petroleum Products by Energy”**, ASTM International, West Conshohocken, www.astm.org.

ASTM Standard D 93, **“Test Method for Flash Point by Pensky - Martens Closed Tester”**, ASTM International, West Conshohocken, www.astm.org.

ASTOLFI, J; DEVELAY, M.. **A Didática das Ciências**. Campinas: Papirus, 1995.

AUSUBEL, D.P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes. 1982.

BIODIESEL BETA. **Programa desenvolvido pelo grupo tchequímica**, Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.tchequimica.tk/>> Acesso em 10/12/2004.

BONI, V.; QUARESMA, S.J.. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**. Vol. 2 nº 1 (3), 2005, p. 68-80

BP: **STATISTICAL REVIEW 2010**. Disponível em <www.bp.com> Acesso em 26/06/2010

BRASIL, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2008/2017** / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação, **Lei de Diretrizes e Bases**. Lei no 9394/96. Brasília: MEC. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação, **Parâmetros Curriculares Nacionais**, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. **III Conferência Nacional de Saúde Bucal**, 29 de jul a 1 de ago, 2004, Brasília. Relatório Final. Brasília: Centro de Documentação do Ministério da Saúde, 2005a.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030** / Ministério de Minas e Energia ; colaboração Empresa de Pesquisa Energética . Brasília: MME: EPE, 2007.

BRITO, R.L. **A Educação para Cidadania no Ensino de Química**. São Luis, 2008. Monografia (Graduação em Licenciatura) Curso de Licenciatura Plena em Química, Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão. 76 p.

BUENO, L., MOREIA, K. C., SOARES, M., DANTAS, D.J., WIEZZEL, A.C.S., TEIXEIRA, M. F.S. **O Ensino de Química por meio de atividades experimentais: A realidade do ensino nas escolas.** . Disponível em:

<<http://www.unesp.br/prograd/ENNEP/Trabalhos%20em%20pdf%20-%20Encontro%20de%20Ensino/T4.pdf>> Acesso em: 01/04/2010.

BUNCE, D; GABEL, D; HERRON, D; JONES, L. *Chemistry education research*. Paper. The ACS Division of Chemical Education, 1992.

CARDOSO, J. M.; SILVA, A.; DELMONDES, V. F.; MATOS, K. F. O.. **Ensino de Química: uma proposta para a aplicação de experimentos em sala de aula utilizando material de baixo custo e do cotidiano.** 7º Simpósio Brasileiro de Educação Química. 2009.

CARNEIRO, R.A.F. A produção de Biodiesel na Bahia. **Conj. & Planej.**, Salvador: SEI, 112, 2003, p.35-43.

COSTA NETO, P.R; ROSSI, L.F.S; ZAGONEL, G.F; RAMOS, L.P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, 23(4), p. 531-537, 2000.

CRISTOFF, P.. **Produção de biodiesel a partir de óleo residual de fritura comercial. Estudo de caso: Guaratuba, Litoral Paranaense.** Curitiba, 2007. Dissertação (Mestrado) Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia. 87p

CRUZ, G. B.. Pesquisa e formação docente: apontamentos teóricos. **Revista Eletrônica de Ciências e Educação**. Vol. 1, n1, 2003

DELIZOICOV, D.. **Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 21, p. 145-175, 2004

DEWEY, J. **Como pensamos.** São Paulo: Nacional, 1959.

DEWEY, J.. **Vida e Educação**. 6. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1967.

FELIZARDO, P.M.G. **Produção de Biodiesel a Partir de Óleos Usados de Fritura**. Lisboa, 2003. 127p. Relatório de estágio. Centro de Informação de Resíduos.

FERRARI, R. A; OLIVEIRA, V. S; SCABIO, A. Biodiesel de soja – Taxa de conversão em Ésteres Etílicos, Caracterização Físico-Química e Consumo em Gerador de Energia, **Química Nova**, 28(1), p. 19-23, 2005.

FERREIRA, N.S.C., ECKSTEIN, L.C.. A formação dos profissionais da educação hoje: uma necessidade sempre contínua e renovada. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, v. 5, n. 1, 2006.

FISCARELLI, S.H.. **Gestão Educacional e Sistemas de Informações: Um estudo sobre o uso de sistemas de informações na avaliação de organizações escolares**. Araraquara, SP, 2004 (Doutorado) Tese para obtenção do título de Doutor em Educação Escolar pelo Programa de Pós-graduação em Educação Escolar da Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho.193p.

FREITAS FILHO, J.R., LIMA, R. S., NASCIMENTO, A., SILVA, A. C., FREITAS, A. P. D., SOUZA, Z. C.. **Diferentes Estratégias de Ensino utilizadas em Cursos de Graduação**. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008, Curitiba. Anais do XIV ENEQ, 2008.

GABINI, W.S., DINIZ, R.E.S.. A experiência de um grupo de professores envolvendo ensino de química e informática. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v.9, n1, 2007

GASPAR, A., MONTEIRO, I.C.C.. **Atividades Experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky**. Investigações em Ensino de Ciências – V10(2), pp. 227-254, 2005

GASPAR, A.. **Museus e Centros de Ciências - conceituação e proposta de um referencial teórico**. São Paulo, 1993 (Doutorado) Tese para obtenção do título de

Doutor na área de Didática pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. 173p.

GERIS, R; SANTOS, N. A. C.; AMARAL, B. A.; MAIA, I. S.; CASTRO, V. D.; CARVALHO, J.R.M.. Biodiesel de soja – Reação de transesterificação para aulas praticas de química orgânica, **Química Nova**, 30(5), p. 1369-1373, 2007.

HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação**. Os projetos de trabalho. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

HERNÁNDEZ, F.. **Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

JOAQUIM, M.; MAURO, B. y ANTONIO, O. **O papel da experimentação em um curso de formação continuada de professores de química**. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII. Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2573-2576, 2009

KILPATRICK, W. H. **Educação para uma civilização em mudança**. 5.ed. São

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EDUSP, EPU, 1987. 80p. (Temas básicos de educação e ensino).

LEITÃO, C., FIGUEIREDO, G., DOS SANTOS, H., LEAL, M. L., TEIXEIRA, M., NUNES, S., ROCHA, S., FONSECA, V.. **Elaboração de material didático impresso para programas de formação a distância: orientações aos autores**. Disponível em < http://www4.ensp.fiocruz.br/biblioteca/dados/material_didatico.pdf> Acesso em 02/04/2010.

LENARDAO, E. J. et al. "Green chemistry": os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**. 2003, vol.26, n.1, pp. 123-129.

LIMA, D. R.. **Produção de ésteres etílicos (biodiesel) a partir da transesterificação básica de óleo residual**. Campinas, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade de Campinas. 165p.

LIMA, J. B.; MATOS, A. A. **Construção de um instrumento utilizando materiais alternativos para auxiliar no estudo dos gases – Transformação Isocórica**. 48º Congresso Brasileiro de Química. Rio de Janeiro. 2008.

LOPES, A. R. C. **Ensino de química e conhecimento cotidiano** Disponível em: <<http://www.moderna.com.br/artigos/quimica/0026>>. Acesso em 10/02/2005

LUTFI, Mansur. **Cotidiano e educação em Química**. Ijuí: Unijuí, 1988.

MACEDO, G.A; MACEDO, J.A. Produção de biodiesel por transesterificação de óleos vegetais. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, No. 32, 2004. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/materias/>> Acesso em 10/12/2004.

MARCONI, M.A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Atlas, 6ª. ed., 2007.

MARKHAM, T; LARMER, J; RAVITZ, J. (organizadores) **Aprendizagem baseada em projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

MARTINS, A. R. Sobre os recursos de ensino. **Revista Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v. 25, p.7-11, 1997.

MATTHEWS, M. R. 1994. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge.

MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2004.

MORALES, P. & LANDA, V. (2004), Aprendizaje Basado em Problemas Problem – Based Learning, **Theoria** vol. 13, 145-157.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

NARDI, Roberto. **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras, 1998.

NASCIMENTO, C.G., BASTOS, E.P.. Pesquisa na formação docente: notas introdutórias. **Revista Eletrônica de Ciências e Educação**. Vol. 7, n1, 2008

NETO, P. R. C.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEI, G. F.; RAMOS, L. P.. Produção de biodiesel alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, 23(4), p. 531-537, 2000.

OLIVEIRA, C. L.; **Significado e contribuições da afetividade, no contexto da Metodologia de Projetos, na Educação Básica**. Belo Horizonte, 2006 (Mestrado) Dissertação para obtenção do título de Mestre na área de Educação Tecnológica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. 168p.

OLIVEIRA, C.; MOURA, D. G.. **Metodologia de projetos e ambientes não formais de aprendizagem: indício de eficácia no processo do ensino de Biologia**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. Atas do V ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru: ABRAPEC, 2005a.

OLIVEIRA, L.B. **Potencial de aproveitamento energético de lixo e de biodiesel de insumos residuais no Brasil**. Rio de Janeiro, 2004. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético), Programa de Pós-graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 247p.

PARENTE, J.E.S; **BIODIESEL: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado**, Fortaleza, **Tecbio**, 2003. 68p.

PASSOS, C. O; MELO, D. P. D'Avila. Os recursos audiovisuais e a teoria prática. **Revista Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v.21, p.8-17, 1992.

Paulo: Melhoramentos, 1967.

PETIOT, Patrick. Material didático para as ciências humanas. **Revista Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v. 20, p. 29-36, setembro/dezembro, 1991.

PINTO, A. C.; GUARIEIRO, L. L. N.; REZENDE, M. J. C.; RIBEIRO, N. M.; TORRES, E. A.; LOPES, W. A.; PEREIRA, P. A. P.; de ANDRADE, J. B.; Biodiesel: An Overview. **J. Braz. Chem. Soc.** 2005, 16, 1313.

POPPER, K. **A Lógica da Pesquisa Científica**. São Paulo: Editora Cultrix Ltda, 9ª Edição, 1993.

RABELO, I.D. **Estudo de desempenho de combustíveis convencionais associados ao biodiesel obtido pela transesterificação de óleo usado em fritura**. Curitiba, 2001. 112p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia do Centro de Educação tecnológico do Paraná. 99p.

RAMOS, L. P. Aspectos técnicos sobre o processo de produção de **biodiesel**. In: **Seminário Paranaense de biodiesel**, 2003, Londrina. Disponível em: <<http://www.tecpar.br/cerbio/Seminario-palestras.htm>> Acesso em: 10/12/2004.

RAMOS, L.P; KUCEK, K.T; DOMINGOS, A.K; WILHELM H.M. **Biodiesel - Um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil**. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/materias/>> Acesso em 10/12/2004.

ROSA, M. I. P.; ROSSI, A.V. (orgs); **Educação Química no Brasil. Memórias, políticas e tendências**. São Paulo: Átomo, 2008.

SANTOS, W. e SCHNETZLER, R.P. O que significa ensino de Química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34, 1996.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado da Educação, **Proposta Curricular para o ensino do Estado de São Paulo**, 1992.

SAVIANI, N. **Saber escolar, currículo e didática**: problemas da unidade conteúdo/método no processo pedagógico. Campinas: Autores Associados, 2000.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de Pesquisas para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n1, p. 27-31, 1995

SCHUCHARDT, U.; SERCHELI, R.; VARGAS, R. M.; Transesterification of Vegetable Oils: a Review. **J. Braz. Chem. Soc.** 1998, 9, 199.

SILVA, C. L. M.. **Obtenção de ésteres etílicos a partir da transesterificação de óleo de andiroba com etanol**. Campinas, 2005.. Dissertação (Mestrado em Química), Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade de Campinas. 64p.

SILVA, F. E.. **Uso racional de energia elétrica na classe residencial: estudo de caso com alunos do ensino médio**. Guaratinguetá, 2006 (Mestrado) Dissertação para obtenção do título de Mestre na área de Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá. 135p.

SILVA, L. F. e CARVALHO, L.M. A Temática Ambiental e o Ensino de Física na Escola Média: Algumas Possibilidades de Desenvolver o Tema Produção de Energia Elétrica em Larga Escala em uma Situação de Ensino. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, set. 2002, vol.24, no.3, p.342-352.

SOLANTE, D.S.M.; **Aprendizagem Colaborativa Baseada em Problemas – ACBP Modelo Conceitual e Ferramentas**. Campinas, 2009 (Mestrado) Dissertação para obtenção do título de Mestre na área de Ciências da Computação pela Universidade Estadual de Campinas. s.n.

SOUZA, D.C., ANDRADE, G.L.P., NASCIMENTO JÚNIOR, A.F.. **Produção de material didático-pedagógico alternativo para o ensino do conceito pirâmide**

ecológica: um subsídio a educação científica e ambiental. Anais do IV Fórum Ambiental da Alta Paulista. 2008.

TAVELIN, C.. **Eficiência energética: quando menos é mais.** Disponível em <<http://mercadoetico.terra.com.br/arquivo/eficiencia-energetica-quando-menos-e-mais/>> Acesso em 27/06/2010.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação.** São Paulo: Cortez Editora, 2005.132p.

THOMAZ, M.F..A experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física.**, v.17, n.3: p.360-369, 2000.

VARGAS, M. **Metodologia de Pesquisa Tecnológica.** Rio de Janeiro: Ed. Globo, p. 243, 1985

VICHI, F. M.; MANSOR, M. T. C.. Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. **Química Nova**, Vol. 32, No. 3, 757-767, 2009

WORLD ENERGY COUNCIL, **Survey of Energy Resources 2007**, Disponível em <www.worldenergy.org/documents/ser2007_final_online_version_1.pdf> Acesso em 26/06/2010.

ANEXO I

Folder elaborado pelos alunos do Colégio Técnico e Industrial de Guaratinguetá – CTIG.

Em 2001, foi divulgado um estudo no qual ficou confirmado que a principal gordura relacionada a diabetes e ao aumento do colesterol e triglicéridios era a hidrogenada.

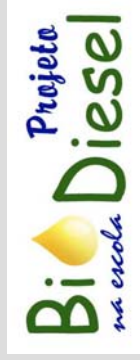
No ano seguinte, cientistas americanos pediram um novo estudo. Queriam que ficasse claro o quanto de gordura hidrogenada uma pessoa poderia consumir por dia, sem prejudicar sua saúde. O consumo médio de gordura trans chega a 3% do total calórico diário. Numa dieta de 2000 calorias, isso equivale a 6,6 gramas ou quatro biscoitos recheados de chocolate.

Segundo a OMS, Organização Mundial de Saúde, sugere que a ingestão diária de trans não ultrapasse 1% das calorias, o que equivale a 2,2 gramas.

Observação:

Realmente, a maioria dos alimentos citados contém a tal da gordura 'trans'. Fogem à regra os chocolates da Lacta, que utilizam manteiga, os pães de forma "Paulo Emílio" e "Boa Saúde", que utilizam óleo de girassol na composição da massa.

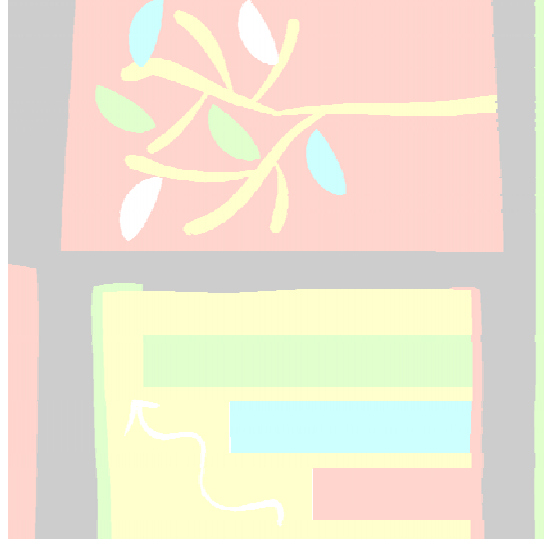
Na pesquisa chamou-nos a atenção sobre a composição dos chamados embutidos. O salaminho da Sadia contém gordura vegetal. Já as linguiças de porco das grandes marcas trazem na composição, além da carne suína, "carne de ave mecanicamente separada", amido, as vezes soja, e uma variedade química para conservação.



*Colégio Técnico Industrial
de Guaratinguetá*

2º D do Ensino Médio

- Dayana C. D. da Silva
- Dinara M. Bastos
- Sylvia H. P. C. Leite
- Tainá P. Galhardo
- Talita Meirelles
- Thais V. H. Reis
- Thomas G. Feitoza
- Urbano G. O. Junior



CuRiOsIdAdES

Desconfie dos alimentos sequinhos, aqueles que são fritos, mas não ficam oleosos. A receita desse "milagre" chama-se gordura hidrogenada e, ao contrário do que pensa a maioria, faz muito mal à saúde.

Estudos recentes mostram que esse tipo de gordura é pior que a saturada de origem animal - do ponto de vista cardiovascular. A causa: ela "plastifica" os vasos levando a infartos e derrames. Quem garante é a endocrinologista Rosina Erthal Vilella, que pesquisa o assunto há anos e explica o mal que faz essa gordura, também chamada de "Trans".

"As pessoas estão sendo enganadas. Acreditam que estão comendo algo que faz bem, ou não faz tão mal para a saúde. E, na verdade, é justamente o oposto", diz ela.

A gordura hidrogenada é uma gordura vegetal que foi criada pela indústria para ser uma alternativa à gordura saturada, a do bacon, da lingüiça, da picanha etc. Como não existe gordura no mundo vegetal - somente óleos - foi criado, então, um processo de transformação desses óleos vegetais em gordura sólida. Aí começa o problema.

Os óleos são colocados em uma câmara com gás hidrogênio e daí, o nome hidrogenada, com alta pressão e alta temperatura, e o resultado não seria bem visto e muito menos comido por ninguém.

Os óleos se transformam em uma pasta preta, com mau cheiro, que precisa ser alvejada para ficar sem cor e desodorizada para ficar sem cheiro.

Durante a solidificação dos óleos vegetais, as moléculas de gordura passam por um rearranjo estrutural que faz com que elas, ao serem ingeridas, facilitem o depósito de LDL nas paredes das artérias coronárias. Além disso, a trans reduz as quantidades de uma proteína essencial à produção do bom colesterol, o LDL.

"Ela deixa tudo crocante porque solidifica nos alimentos após a fritura, formando uma casquinha. Isso acontece também nos vasos sanguíneos que ficam impedidos de dilatar", esclarece a endocrinologista.

Alguns alimentos que contêm gordura hidrogenada:

- Biscoitos: praticamente todos, principalmente os recheados e os wafer - 1 unidade - 1,7 grama.
- Batata-frita: tanto as de pacote quanto às de fast-food - 6 gramas.
- Tortas e bolos prontos e semi-prontos (ficam bem fofos) - 1 unidade - 4,5 gramas.
- Salgadinho de pacote, médio - 2 gramas.
- Pães, principalmente os de massa doce.
- Pães de forma, a maioria.

- Sorvete: a maioria, até mesmo os chamados light. O sorvete hidrogenado é mais espumoso.

- Chocolate: cuidado com os diet, pois são os piores.
- Leite: os achocolatados prontos.
- Margarina em tablete: quanto mais dura, pior - 10 gramas - 2 gramas.
- Fast-food: usam essa gordura para todas as frituras porque ficam crocantes.
- Requeijão: os que são muito cremosos.
- Pipoca de microondas - pacote grande - 2,5 gramas.
- Temperos prontos em tabletes ou em pó.
- Donut, 1 unidade grande - 4 gramas.
- Nugget de frango, 6 unidades - 1,7 grama.

Doenças

Cientistas relacionaram o consumo dessa gordura vegetal a doenças metabólicas, ou à chamada Síndrome Metabólica - aumento da cintura abdominal, diabetes tipo 2, alterações dos lipídeos sanguíneos, hipertensão arterial e esteatose hepática (fígado gorduroso), além destas também causam infartos, derrames, diabetes e outras doenças como o câncer.

ANEXO II

Folder elaborado para apresentar o “Projeto Biodiesel na Escola”

Porque produzir Biodiesel a partir de óleo de fritura?

O óleo, depois de usado, torna-se, na maioria das vezes, um resíduo indesejado e acaba sendo eliminado na rede de esgoto, o que despende milhares de reais para o seu tratamento nas ETE – Estação de Tratamento de Esgoto. Porém existem ainda muitas cidades que não tem esse tipo de tratamento e o esgoto acaba indo direto para o rio.

1 litro de óleo contamina cerca de 1 milhão de litros de água

Uma forma de reutilizar esse óleo é transformá-lo em biodiesel, um biocombustível ecológico que pode ser usado em meios de transporte e na geração de energia.



Faculdade de Engenharia de
Guaratinguetá

Av. Ariberto Pereira da Cunha, 333

Pedregulho – Guaratinguetá – SP

CEP: 12516-410

Tel. (12) 3123-2834

biodieselnaescola@feg.unesp.br
www.feg.unesp.br/~rioparaiba/biodiesel/





Bi Diesel

na escola

Projeto

O principal objetivo desta fase é proporcionar aos alunos a possibilidade de ver equipamentos em funcionamento com o biodiesel produzido por eles. Nesta fase os alunos farão um único trabalho em conjunto sobre as diferenças entre o diesel de petróleo e o biodiesel, em motores de combustão interna, quais as vantagens e desvantagens.

O resultado de todas as fases propostas será apresentado na “ExpoBiodiesel para Pesquisadores Juniores”, onde serão escolhidos os melhores trabalhos das 4 escolas participantes nas três fases e realizado um evento de maior porte e divulgação.

O que é o Projeto Biodiesel na escola?

O projeto Biodiesel na escola está sendo desenvolvido no âmbito do projeto “Projetos Interdisciplinares e as Novas Tecnologias: Experiência Piloto no Ensino Médio” (Programa de Ensino Público – Fapesp - processo N° 2003/02542-3), que está sendo realizado em escolas de ensino médio na região do Vale do Paraíba. Seu objetivo é desenvolver ações e temas que propiciem a promoção e construção da cidadania, a conscientização ambiental, e a formação e capacitação de recursos humanos junto aos alunos dessas escolas a partir da transformação de óleo de fritura residual em biodiesel.

O projeto está sendo desenvolvido em três fases, sendo que na primeira fase serão trabalhados com os alunos as matérias-primas para a produção de biodiesel, nos quais serão abordados temas referentes ao “Biodiesel, Saúde e Meio Ambiente”.

Como resultado desta fase será realizada uma Exposição de no formato de uma feira de ciências, com o objetivo de proporcionar um conhecimento prévio sobre o Biodiesel, para motivá-los na continuação das próximas fases do projeto. A segunda fase será a produção do Biodiesel pelos alunos, a partir dos kits didáticos que serão desenvolvidos na FEG-UNESP. Após a aplicação pedagógica do kit, será realizada uma nova exposição, focalizada nas atividades de produção. A terceira fase será o teste do biodiesel por meio de sua utilização em motores estacionários ou e cortadores de grama.

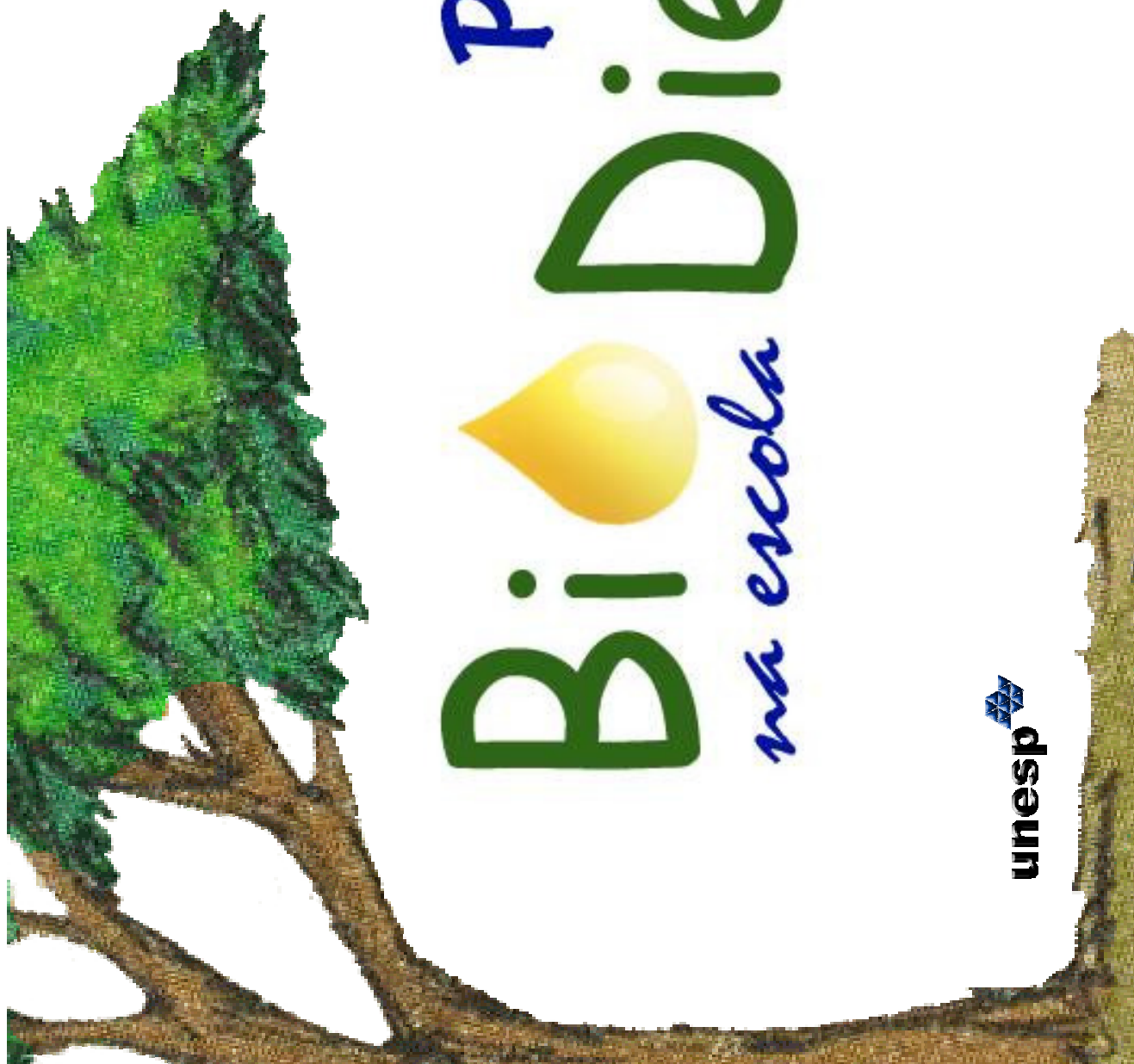
O que é o Biodiesel?

O biodiesel é biocombustível ecológico, que pode ser produzido a partir de fontes renováveis como óleos vegetais, gorduras animais e óleos utilizados na fritura de alimentos.

A utilização de biodiesel no transporte rodoviário oferece grandes vantagens para o meio ambiente, tendo em vista que possibilita uma redução expressiva na emissão de diversos gases causadores do efeito estufa.

ANEXO III

Cartilha produzida a partir das atividades desenvolvidas nesta Tese de Doutorado.



Projeto Bio Diesel na escola

unesp 

 FAPESP

SUMÁRIO

Apresentação.....	3
Público Alvo.....	4
Objetivos.....	5
Visão.....	6
Fase 1.....	7
Fase 2.....	14
Fase 3.....	22
Referências.....	27
Contatos.....	28

APRESENTAÇÃO

O projeto Biodiesel na escola busca o desenvolvimento de ações e temas que propiciem a promoção e construção da cidadania, a conscientização ambiental, bem como a formação e capacitação de recursos humanos junto aos professores e alunos das escolas partindo da transformação de óleo de fritura residual em biodiesel.

PÚBLICO ALVO

Os professores do ensino médio são os principais públicos do projeto, porém toda a comunidade escolar poderá ser mobilizada nesta iniciativa, pois é a partir da educação que se constrói a cidadania.

OBJETIVOS

- Possibilitar ao professor o desenvolvimento de atividades pedagógicas a partir da temática biocombustíveis;
- Identificar os conhecimentos relativos à química que poderão ser explorados a partir da atividade proposta;
- Desenvolver um plano de aula ou de projeto de acordo com a metodologia de resolução de problemas, avaliando as habilidades/competências articuladas aos conhecimentos envolvidos;
- Avaliar a proposta de trabalho como instrumento de ensino para as aulas práticas de química no ensino médio.

VISÃO

A construção da cidadania e a conscientização ambiental contribuem para a melhoria na qualidade de vida de toda a comunidade.

ETAPAS DO PROJETO

1ª FASE

Devem ser trabalhados com os alunos as matérias-primas para a produção de biodiesel, nos quais podem ser abordados temas referentes ao Biodiesel, Saúde e Meio Ambiente. Como resultado desta fase propõem-se a realização uma Apresentação ou Exposição no formato de uma feira de ciências (pode ser apresentado para os alunos participantes – mesmas series; ou ainda uma exposição aberta para a escola toda), com o objetivo de proporcionar um conhecimento prévio sobre o Biodiesel e motivá-los na continuação das próximas fases do projeto. Os alunos podem buscar junto a comunidade materiais para a apresentação, como por exemplo diferentes tipos de óleo e oleaginosas.

ETAPAS DO PROJETO

1ª FASE

A exposição pode contar com os seguintes temas: 1) Óleos e gorduras animais e vegetais; 2) Óleo de fritura e a saúde; 3) Óleo de fritura e o Meio Ambiente e 4) Reciclagem do óleo de fritura (sabão e biodiesel – não muito aprofundado, pois será o tema da próxima fase). Nesta etapa os alunos podem produzir sabão artesanalmente, descobrir os efeitos maléficos do consumo excessivo de frituras bem como os efeitos causados pelo descarte inadequado do óleo de fritura.

ETAPAS DO PROJETO

1ª FASE - Execução

Com os temas definidos os alunos devem ser divididos em grupos.

- Os alunos deverão formar grupos (para os temas sugeridos) e montar uma estrutura da apresentação. A pesquisa deve ser e exposta para os outros alunos da mesma série ou até mesmo para todos os alunos da escola (sala de aula ou pátio).
- Os alunos podem montar bancadas para a exposição (com carteiras) para expor a parte prática que buscaram junto a comunidade (diferentes grãos, óleos). Materiais como painéis, cartolinas, recortes de jornais e revistas também devem fazer parte da exposição.

ETAPAS DO PROJETO

1ª FASE - Execução

SUGESTÕES PARA TEMÁTICA: “ÓLEOS E GORDURAS ANIMAIS E VEGETAIS”

Temas de pesquisa:

- Diferença entre óleos e gorduras;
- Diferença entre gordura animal e vegetal;
- Composição da gordura e do óleo;
- Diferença na composição dos diferentes tipos de óleos (matéria-prima);
- Viscosidade dos óleos.

Materiais necessários:

- Frascos de maionese, papinha de nenê, azeitona, palmito, etc., desde que tenha tampa;
- Óleos: girassol, milho, soja, canola, azeite, azeite dendê, mamona, algodão, etc;
- Gorduras: margarina, vegetal hidrogenada, banha, etc;
- Matéria-prima e oleaginosas: girassol, milho, soja, azeitona, mamona, algodão, etc.

Conteúdos a serem desenvolvidos:

- Mistura de substâncias: mistura heterogênea;
- Óleos e gorduras – lipídios;
- Ácidos graxos (ácidos saturados e insaturados);
- Química orgânica: Ligações químicas e cadeias saturadas e insaturadas;
- Viscosidade.

ETAPAS DO PROJETO

1ª FASE - Execução

SUGESTÕES PARA TEMÁTICA: “ÓLEO DE FRITURA E A SAÚDE”

Temas de pesquisa:

- Consumo excessivo: obesidade, problemas gastrointestinais, envelhecimento precoce, etc.;
- Reutilização do óleo: degradação (cheiro, fumaça, cor, espuma), acidez, resistência, etc.

Materiais Necessários:

- Frascos de maionese, papinha de nenê, azeitona, palmito, etc., desde que tenha tampa;
- Óleos de fritura com diversos tempos de reutilização (com diferentes texturas e cores), inclusive rançoso. – pode ser deixado por um período no fogo para queimar – muito cuidado – sempre com o acompanhamento de um responsável;
- Batatas fritas em óleo limpo e em óleo bem sujo e reutilizado várias vezes – sempre com o acompanhamento de um responsável.

Conteúdos a serem desenvolvidos:

- Mistura de substâncias: mistura heterogênea;
- Óleos e gorduras – lipídios;
- Ácidos graxos (ácidos saturados e insaturados);
- Química orgânica: Ligações químicas e cadeias saturadas e insaturada;
- pH, ácido, bases e sais.

ETAPAS DO PROJETO

1ª FASE - Execução

SUGESTÕES PARA TEMÁTICA: “ÓLEO DE FRITURA E O MEIO AMBIENTE”

Temas de pesquisa:

- Descarte de óleo (ex. na pia causa proliferação de baratas);
- Poluição dos rios com óleos e gorduras;
- Desastres ambientais com óleos (ex. Óleo diesel);
- Como funciona uma ETE – Estação de tratamento de esgoto;
- Como descartar o óleo.

Materiais necessários:

- 2 aquários ou algo similar (vasilhas de vidro preferencialmente);
- No 1º aquário colocar água e óleo e no segundo colocar água e óleo e representar uma contenção de um desastre;
- Penas de aves (galinha, pomba, etc.) e mergulhá-las em óleo bem sujo;
- Filtro de café para filtrar o óleo.

Conteúdos a serem desenvolvidos:

- Mistura de substâncias: mistura heterogênea;
- Óleos e gorduras – lipídios;
- Ácidos graxos (ácidos saturados e insaturados);
- Química orgânica: Ligações químicas e cadeias saturadas e insaturadas.

ETAPAS DO PROJETO

1ª FASE - Execução

SUGESTÕES PARA TEMÁTICA: “RECICLAGEM DO ÓLEO DE FRITURA”

Temas da pesquisa:

- Reação de saponificação;
- Sabão: processo de produção e reação com gorduras;
- Diferenças entre sabão e detergente.

Materiais necessários:

- Óleo de fritura;
- Hidróxido de sódio;
- Essências e corantes;
- Embalagem (pode ser filme plástico) e Formas (pode ser assadeiras forradas com filme plástico - depois cortar o sabão em barras).

Conteúdos a serem desenvolvidos:

- Mistura de substâncias: mistura heterogênea;
- Óleos e gorduras – lipídios;
- Ácidos graxos (ácidos saturados e insaturados);
- Química orgânica: Ligações químicas e cadeias saturadas e insaturadas;
- Reação de saponificação;
- pH, ácido, bases e sais.

ETAPAS DO PROJETO

2ª FASE - Kit Didático

KIT DIDÁTICO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

O kit didático foi elaborado a partir da substituição de vidrarias de laboratório por materiais alternativos. Dessa forma, pode-se realizar a experimentação nas escolas sem haver a necessidade de vidrarias e local adequado.

Nesse experimento, béqueres e erlenmeyers podem ser substituídos por vidros de palmito, azeitona ou qualquer outro recipiente de vidro, espátulas e bastões podem ser substituídos por colheres e o funil de separação pode ser substituído por garrafa PET.

Além disso, os volumes podem ser medidos com o auxílio de copos medidores ao invés de provetas e a agitação pode ser totalmente manual, uma vez que o experimento não demanda muito tempo de agitação para que ocorra a reação.

ETAPAS DO PROJETO

2ª FASE - Kit Didático

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Garrafa PET de 600 mL ou menor, porém que comporte o volume de 300 mL
- 3 vidros de palmito e ou béquer
- Agitador magnético, magneto e/ou espátula para agitação ou colheres de sopa comum
- Espátulas para pesagem ou colheres descartáveis de plástico – tipo colher de sobremesa
- Óleo de fritura usado e seco após aquecimento ou óleo novo e recém aberto
- Metanol PA (para análise; porém não precisa ser de ótima procedência)
- KOH – hidróxido de potássio (catalisador)
- Tubos metálico/plástico – 1 com 15cm e outro com 40cm de comprimento e diâmetro não superior a 2mm.
- Rolha de borracha furada de acordo com o diâmetro do tubo metálico/plástico – 2 furos
- Equipos de soro ou 50 cm de tubo de plástico transparente flexível para ser encaixado no tubo metálico/plástico
- Proveta de 100 mL ou 200 mL
- EPI - Luvas de látex, Óculos de segurança, avental e máscara descartável para cobrir o rosto (tipo de cirurgia) e luvas que suportem temperatura elevada (Kevlar e Grafatex ou Grafatex com aramida)
- Seringa sem agulha
- Calculadora simples
- Balança

ETAPAS DO PROJETO

2ª FASE - Kit Didático

O kit didático pode ser elaborado conforme a figura abaixo.

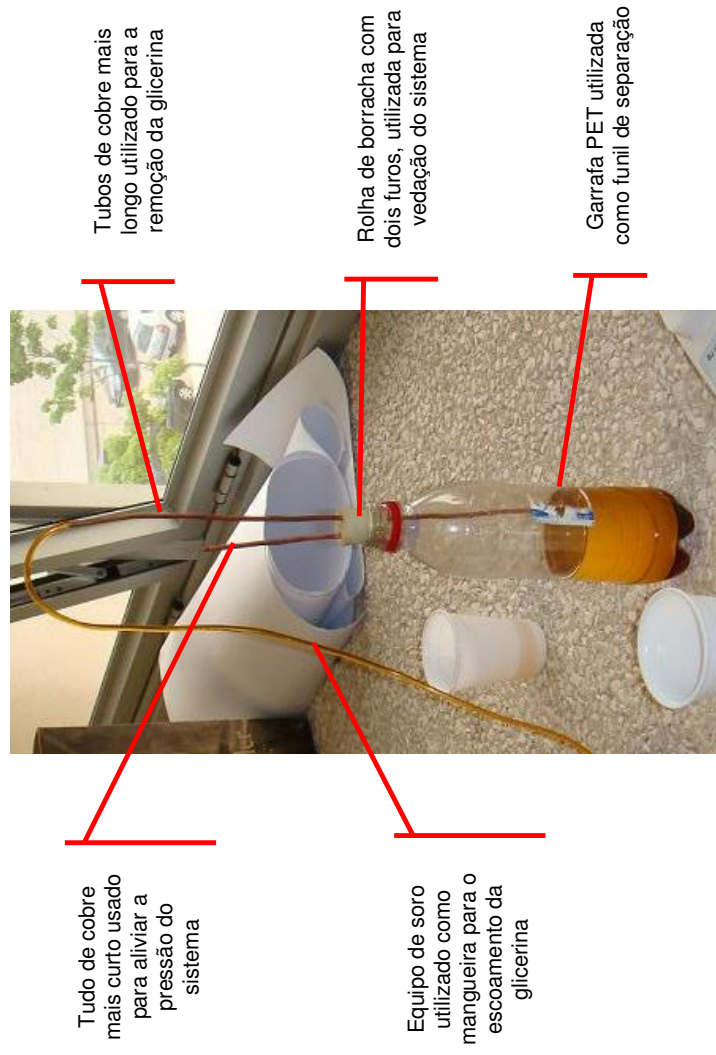


Figura 1. Materiais usados na construção do kit didático (garrafa em pé)

ETAPAS DO PROJETO

2ª FASE - Kit Didático

METODOLOGIA

Medições

- Medir 200 mL de óleo de fritura usado
- Medir 70 mL de metanol (CUIDADO PARA NÃO INALAR OU INGERIR O METANOL)
- Pesar 3 g de KOH
- Numerar, pesar e anotar os pesos de todos os béqueres ou vidros de palmito
- Pesar a garrafa PET com a rolha e o tubo com o equipo de soro acoplado

Preparo do Metóxido

- Transferir o volume de metanol do frasco de medida para um béquer ou vidro de palmito e manter esse volume sob agitação magnética
- Adicionar aos poucos o KOH ao frasco contendo metanol sob agitação magnética durante uns 20 a 30 minutos e verificar a completa dissolução

Produção do biodiesel

- Transferir o óleo para um béquer ou vidro de palmito e manter o óleo sob agitação
- Adicionar lentamente o metóxido, mantendo o óleo sob agitação
- Transferir esse volume para a garrafa PET

ETAPAS DO PROJETO

2ª FASE - Kit Didático

METODOLOGIA

Separação das fases

- A separação das fases pode ser feita de duas formas: com a garrafa em pé ou com a garrafa invertida

Separação do biodiesel direto – com a garrafa invertida

- Puxar o tubo do fundo da garrafa, prendendo firmemente a rolha, até que a extremidade do tubo atinja a interface de separação – espere separar as fases e então deixe verter o líquido (biodiesel) e recolha-o em um frasco previamente pesado.

Separação da glicerina – com a garrafa em pé

- Coloque o tubo maior (40cm) até o fundo da garrafa e o menor somente um pouco abaixo da rolha. Após a separação das fases, com o auxílio de uma seringa, puxar a glicerina até atingir um nível abaixo da garrafa, pois dessa forma o líquido continuará a sair sem mais nenhuma necessidade de sucção. Recolha a glicerina em um frasco previamente pesado.

Pesagens

- Pesar o frasco contendo a glicerina ou biodiesel (depende de qual item a forma de separação escolhida)
- Pesar a garrafa PET com o equipo ou tubo acoplado com a rolha

ETAPAS DO PROJETO

2ª FASE - Kit Didático

METODOLOGIA

Cálculo de rendimento

- Calcular o rendimento é realizado pesando a garrafa com o material produzido (glicerina ou biodiesel) e depois subtrair o valor da garrafa vazia.

Para calcular a quantidade de glicerina produzida basta subtrair a massa do frasco vazio do frasco com a massa do frasco com glicerina:

Massa do frasco com a glicerina

—

Massa do frasco vazio

==

Massa da Glicerina

Para calcular a quantidade de biodiesel produzido basta subtrair a massa da garrafa vazia da massa da garrafa com o biodiesel:

Massa da garrafa vazia

—

Massa da garrafa com biodiesel

==

Massa de Biodiesel

ETAPAS DO PROJETO

2ª FASE - Kit Didático

METODOLOGIA

Com os valores das massas de biodiesel e de glicerina podemos calcular o rendimento, basta usar o seguinte cálculo:

$$\frac{\text{Peso da garrafa com o produto da reação (biodiesel + glicerina)} - \text{Massa da garrafa vazia}}{\text{Massa total da reação (biodiesel + glicerina)}} \times 100 = \text{X \% de Glicerina}$$
$$\frac{\text{Massa de Biodiesel}}{\text{Massa total da reação (biodiesel + glicerina)}} \times 100 = \text{X \% de Biodiesel}$$

ETAPAS DO PROJETO

2ª FASE - Kit Didático

ALTERNATIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO

Caso não haja a possibilidade de pesar os reagentes, os volumes e as massas podem ser convertidos para medidas padrões comuns conforme tabela 1.

Tabela 1. Conversão de medidas volumétricas e gravimétricas para medidas padrões comuns.

Volumes	Medidas padrões comuns
200 mL de óleo	1 xícara de chá
70 mL de álcool	¼ xícara de chá
3 g de KOH	1 colher de sopa

ETAPAS DO PROJETO

3ª FASE

Após a aplicação do kit, sugerimos uma nova exposição, focalizando as atividades de produção, com os seguintes temas: 1) Biodiesel e o Meio Ambiente; 2) O Biodiesel no mundo; 3) O Biodiesel no Brasil e 4) Processo de produção de Biodiesel. A exposição poderá ser no mesmo formato que a anterior, porém, mais teórica e com um enfoque voltado para atualizações sócio-econômicas e mercado de trabalho, pois esse projeto além de ensino de química tem o propósito de formar cidadãos mais conscientes, atualizados e mais preparados para o mercado de trabalho.

Incentivando a interdisciplinaridade, nessa etapa, sugerimos o envolvimento dos professores de História, Geografia, Biologia e Matemática.

ETAPAS DO PROJETO

3ª FASE

SUGESTÕES PARA TEMÁTICA: “BIODIESEL E O MEIO AMBIENTE”

Tema de pesquisa:

- Diferenças do Diesel e Biodiesel;
- Matéria prima renovável para produção do biodiesel;
- Diferenças entre o uso do etanol e metanol;
- Recursos renováveis e não renováveis;
- Poluição Causada pelo diesel x biodiesel .

Materiais necessários:

- Apresentação dos materiais utilizados para produzir o biodiesel e o biodiesel produzido a partir do kit didático.

Conteúdos a serem desenvolvidos:

- Combustíveis;
- Álcoois;
- Poluição ambiental – efeito estufa.

ETAPAS DO PROJETO

3ª FASE

SUGESTÃO PARA TEMÁTICA: “O BIODIESEL NO MUNDO”

Tema de pesquisa:

- Produção de Biodiesel no mundo – rotas metilicas e etílicas;
- Fontes para produção do biodiesel – diferentes oleaginosas;
- Plantas Produtoras de Biodiesel no mundo.

Materiais necessários:

- Apresentação dos materiais utilizados para produzir o biodiesel e o biodiesel produzido a partir do kit didático.

Conteúdos a serem desenvolvidos:

- Combustíveis.

ETAPAS DO PROJETO

3ª FASE

SUGESTÃO PARA TEMÁTICA: “O BIODIESEL NO BRASIL”

Temas de pesquisa:

- Produção de Biodiesel no Brasil;
- Produção de Etanol;
- Fontes para produção do biodiesel – diferentes oleaginosas;
- Plantas Produtoras de Biodiesel Brasil.

Materiais necessários:

- Apresentação dos materiais utilizados para produzir o biodiesel e o biodiesel produzido a partir do kit didático.

Conteúdos a serem desenvolvidos:

- Combustíveis.

ETAPAS DO PROJETO

3ª FASE

SUGESTÃO PARA TEMÁTICA: “PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL”

Temas de pesquisa:

- Processos de produção de biodiesel;
- Transesterificação;
- Catálise;
- Reagentes – ácidos e bases;
- Álcoois;
- Processo por batelada e contínuo.

Materiais:

- Apresentação dos materiais utilizados para produzir o biodiesel e o biodiesel produzido a partir do kit didático.

Conteúdos:

- Combustíveis;
- Reações químicas – transesterificação;
- Ácidos e bases;
- Catalisadores;
- Misturas homogêneas e heterogêneas.

REFERÊNCIAS

NETO, P. R. C.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEI, G. F.; RAMOS, L. P.. Produção de biodiesel alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. Química Nova, 23(4), p. 531-537, 2000.

RABELO, I.D. Estudo de desempenho de combustíveis convencionais associados ao biodiesel obtido pela transesterificação de óleo usado em fritura. Curitiba, 2001. 112p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia do Centro de Educação tecnológica do Paraná. 99p.

CONTATOS

Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá

Av. Ariberto Pereira da Cunha, 333
Pedregulho – Guaratinguetá – SP
CEP: 12516-410
Tel. (12) 3123-2834

Instituto de Química de Araraquara

Francisco Degni, s/n
Quitandinha - Araraquara – SP
CEP: 14800-900
Tel. (16) 3301-6709

patriciafiscarelli@yahoo.com.br