



Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá

**BIOCOMBUSTÍVEIS: CONCEPÇÕES DE ENERGIA COM ENFOQUE PARA
A EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

DOROTI QUIOMI KANASHIRO TOYOHARA

Guaratinguetá

2010

DOROTI QUIOMI KANASHIRO TOYOHARA

**BIOCOMBUSTÍVEIS: CONCEPÇÕES DE ENERGIA COM ENFOQUE PARA
A EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

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

Orientador: Prof. Dr. Galeno José de Sena

Coorientador: Prof. Dr. Jânio Itiro Akamatsu

**Guaratinguetá
Novembro/2010**

Toyohara, Doroti Quiomi Kanashiro
T756b Biocombustíveis: concepções de energia com enfoque para a
educação ambiental / Doroti Quiomi Kanashiro Toyohara -
Guaratinguetá : [s.n.], 2010.
151 f. : il.
Bibliografia: f. 112

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Engenharia de Guaratinguetá, 2010.
Orientador: Prof. Dr. Galeno José de Sena
Coorientador: Prof. Dr. Jânio Itiro Akamatsu

1. Biocombustíveis 2. Energia – Fontes alternativas I. Título

CDU 662.7

DOROTI QUIOMI KANASHIRO TOYOHARA

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. GALENO JOSÉ DE SENA
Orientador / UNESP-FEG



Prof. Dr. LEONARDO MESQUITA
UNESP-FEG



Prof. Dr. RUBENS ALVES DIAS
UNESP-FEG



Prof. Dr. SÍLVIO HENRIQUE FISCARELLI
UNESP-ARARAQUARA



Prof. Dr. EDSON DA COSTA BORTONI
UNIFEI

BANCA DO EXAME GERAL DE DEFESA

Membros Titulares

Prof. Dr. Galeno José de Sena (orientador) – FEG/Departamento de Matemática

Prof. Dr. Leonardo Mesquita – FEG/Departamento de Engenharia Elétrica

Prof. Dr. Rubens Alves Dias – FEG/Departamento de Engenharia Elétrica

Prof. Dr. Silvio Fiscarelli – Depto de Didática/ FCL/UNESP – Araraquara

Prof. Dr. Edson da Costa Bortoni – ISEE/Universidade Federal de Itajubá

Membros SUPLENTEs:

1) Prof. Dr. Julio Santana Antunes - FEG/Departamento de Matemática

2) Prof. Dr. Jorge Roberto Pimentel – Depto de Física/IGCE/UNESP – de Rio Claro

3) Prof. Dr. Luiz Fernando Tibaldi Kurahassi - Universidade Cidade de São Paulo

Membro Convidado (Coorientador):

1) Prof. Dr. Jânio Itiro Akamatsu (coorientador) – FEG/Departamento de Engenharia Elétrica

Guaratinguetá, 12 de novembro de 2010

DADOS CURRICULARES

DOROTI QUIOMI KANASHIRO TOYOHARA

Formação

- 2005 – 2010 Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Doutorado - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.
- 1984 – 1989 Curso de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos, nível Mestrado - Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas
- 1980 – 1982 Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos - Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas
- 1976 – 1979 Curso de Graduação em Licenciatura Plena em Química - Universidade Federal do Paraná

Às pessoas que amo,

Roberto, pelo amor, compreensão, carinho e por partilhar todos os momentos de minha vida.

Rafael e Guilherme, filhos maravilhosos, pela alegria e felicidade de ser a mãe deles.

Meus pais, pelo carinho de sempre.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me iluminado, permitindo estudar, criar, aprender e vencer mais um desafio,

ao meu orientador, hoje um amigo, Prof. Galeno José de Sena com quem pude contar no desenvolvimento desse trabalho, demonstrando sempre compreensão, paciência e confiança,

ao meu coorientador, Prof. Jânio I. Akamatsu, pelo apoio e por ter me oportunizado esse desafio,

aos professores Rubens A. Dias e Silvio Fiscarelli pelas valiosas considerações e sugestões apresentadas na qualificação,

ao Prof. Almério M. de Araújo e ao Centro Paula Souza (CEETEPS) pela confiança e pela oportunidade de vivenciar o aprender e o ensinar, estudando, compartilhando e fazendo amigos,

à Rosa, que me apoiou em momentos difíceis e aos meus irmãos, pela torcida.

à Patrícia, amiga, que me acolheu no primeiro ano dessa empreitada, vivenciando os primeiros passos desse projeto e ao Fábio pelo apoio na fase final dos trabalhos,

aos educadores do Centro Paula Souza e, nos cursos, educandos, em especial, Edelma, Adriana, Solange, Bethoel, Eduardo, Edilberto e Valdete que contribuíram para a realização deste trabalho de pesquisa aplicando uma das atividades aos seus alunos ou auxiliando no desenvolvimento delas,

aos meus queridos amigos, com quem compartilhei muitos momentos durante essa etapa, pelo carinho, apoio e amizade: Ana Aoki, Beth, Carlos, Cristina Rubega, Dalva, Eva, Fernanda, Julia, Kazumi, Magaly, Maria Lúcia, Nelson Teixeira, Oswaldo, Raquel, Rosana, Sandra, Silvana, Solange, Sueli Tezoto, Vera e Waléria,

aos colegas da CETEC, ETESP, IFSP e EMAS que sempre me apoiaram,

aos meus alunos, pois sem eles não saberia o que é a profissão professor.

TOYOHARA, D. Q. K. **Biocombustíveis: concepções de energia com enfoque para a educação ambiental**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá.

RESUMO

A necessidade de se reduzir o consumo de energia se fundamenta nas questões ambientais uma vez que a poluição atmosférica, chuva ácida e alteração climática global estão intimamente relacionadas com a produção e utilização de energia. É com esse desafio que essa investigação buscou, por meio de um estudo sobre biocombustíveis na educação básica, promover a formação do indivíduo com competências básicas, contribuindo para que esse indivíduo saiba lidar com a tecnologia e adquira senso crítico para atuar por uma sociedade melhor e intervir nos problemas ambientais relativos a questões energéticas. Para tanto, a contribuição foi feita por meio do processo educativo, com o olhar dirigido ao educador. Por meio de formação continuada de professores, a pesquisa promoveu a intervenção nas propostas de projetos de ensino dos educadores com diferentes estratégias de ensino para abordar o tema biocombustíveis entre outros relativos à energia. As estratégias citadas foram: o trabalho de campo, muito utilizado em projetos de educação ambiental; registros do professor e do aluno, denominados diários de aprendizagem; planejamento do projeto de ensino ou do plano de trabalho docente para a condução de trabalhos de alunos por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP); e a avaliação de desempenho com critérios de excelência definidos entre professores e alunos na forma de rubricas. O desenvolvimento de projetos no contexto escolar, conduzidos por meio da ABP, demonstrou ser uma estratégia de ensino indicada à formação integral do aluno, em especial, nos conteúdos atitudinais, o que foi possível verificar na reflexão dos atores (alunos e professores) envolvidos nesse processo.

Palavras chave: Uso racional de energia, ensino por projetos, biocombustíveis, avaliação por rubricas.

TOYOHARA, D. Q. K. **Biofuels: energy concepts with a focus on environmental education**. 2010. Thesis (Ph.D. in Mechanical Engineering) – Guaratinguetá College of Engineering, São Paulo State University, Guaratinguetá - SP.

ABSTRACT

The need to reduce energy consumption is based on environmental issues since air pollution, acid rain and global climate change are closely related to the production and use of energy. It is with this challenge that this research sought, through a study of biofuels in high education, to promote the formation of the individual with basic skills, contributing so that that individual can handle the technology and acquire critical thinking to work for a better society and intervene in environmental problems related to energy issues. With a view to this purpose, the contribution was made through the educational process, with a focus on the educator. Through the continued formation of the teachers, the research has promoted the intervention in the educator's teaching projects, emphasizing different teaching strategies to address the issue of biofuels and other energy-related issues. The strategies mentioned were: the field work, often used in environmental education projects; records of the teacher and the student, known as learning logs; planning of the teaching project or of the teaching plan for driving the students' work through Project Based Learning (PBL); and the performance evaluation based on excellence criteria established between teachers and students in the form of rubrics. The development of projects in schools, conducted by means of a PBL approach, proved to be a teaching strategy indicated to the formation of the student as a whole, especially in the attitudinal contents, which could be seen from the reflection of the actors (students and teachers) involved in this process.

Key words: Rational use of energy, education through projects, biofuels, rubric assessment.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Esquema da energia como objeto de estudo interdisciplinar e a educação como meio para realizar esse estudo..... | 21 |
| Figura 2 – Estimativa de evolução da produção de petróleo, em barril/dia, no Brasil até 2030 | 29 |
| Figura 3 - Esquema representando o mecanismo do efeito estufa. | 31 |
| Figura 4 – Consumo mensal nacional de etanol e gasolina (em milhões de litros por mês)..... | 36 |
| Figura 5 – Esquema simplificado para produção de etanol | 37 |
| Figura 6– Evolução do marco regulatório do biodiesel..... | 39 |
| Figura 7 –Evolução do consumo de biodiesel. | 40 |
| Figura 8 - Esquema geral de uma reação de transesterificação de triglicerídeos com álcool. | 42 |
| Figura 9 - Matriz de energia elétrica: uma projeção para 2030 (MW instalado). | 44 |
| Figura 10 – Porcentagem de combustíveis na matriz energética brasileira | 45 |
| Figura 11 – Perfil da frota de veículos por combustível..... | 46 |
| Figura 12 – Concentração de CO ₂ na atmosfera – Mauana Loa, Hawaii. | 48 |
| Figura 13 – Alterações das temperaturas médias nos hemisférios..... | 48 |
| Figura 14 – Concentração de CO ₂ e temperatura nos últimos 160 anos..... | 49 |
| Figura 15 - Emissões de CO ₂ pela queima de combustíveis fósseis. | 57 |
| Figura 16 – Recurso de planejamento do modelo BIE | 68 |
| Figura 17 – Modelo de cronograma do professor..... | 82 |
| Figura 18 - Recurso de planejamento sobre energia e máquinas térmicas | 85 |
| Figura 19 - Recurso de planejamento sobre fonte energética renovável e não renovável | 86 |
| Figura 20 – Recurso de planejamento sobre fonte de energia e implicações ambientais | 92 |
| Figura 21 – Avaliação dos participantes do curso educação ambiental utilizando o registro do educador. | 99 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Propriedades físicas do etanol..... | 38 |
| Tabela 2 – Especificações dos combustíveis (biodiesel de óleo de fritura e diesel convencional) utilizados em ônibus de transporte coletivo na cidade de Curitiba | 41 |
| Tabela 3 – Emissão de gases da frota de veículos leves no ano de 1994..... | 55 |
| Tabela 4 - Emissões evitadas pela adição de etanol na gasolina ou como combustível | 56 |
| Tabela 5 – Emissão dos veículos pesados para o ano de 1994. | 57 |
| Tabela 6 – Emissões de veículos a diesel | 57 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Evolução sobre os biocombustíveis..... | 34 |
| Quadro 2 – Questões possíveis de serem desenvolvidos em projetos sobre biocombustíveis..... | 83 |
| Quadro 3 – Avaliação de desempenho para uma atividade prática | 93 |
| Quadro 4 – Exemplo de ferramentas a ser avaliadas em um projeto | 94 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------------------|--|
| ABP | – Aprendizagem Baseada em Projetos |
| AIE | – Agência Internacional de Energia |
| Anfavea | – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores |
| ANP | – Agência Nacional do Petróleo |
| ATR | – Açúcar Total Recuperável |
| B1 a B5 | – 1 a 5% de biodiesel |
| B2 | – 2% de biodiesel |
| B5 | – 5% de biodiesel |
| B20 | – 20% de biodiesel |
| B100 | – 100% de biodiesel |
| BIE | – Buck Institute for Education |
| BRICs | – Brasil, Rússia, China e Índia |
| CEETEPS | – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza |
| CH ₄ | – Metano |
| CMMAD | – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento |
| CNUMAD | – Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento |
| CO | – Monóxido de Carbono |
| CO ₂ | – Dióxido de Carbono |
| CONFEA | – Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia |
| CQNUMC | – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima |
| DOU | – Diário Oficial da União |
| EPA – USA | – Environment Protection Agency |
| EPE | – Empresa de Pesquisa Energética |
| FEBRACE | – Feira Brasileira de Ciência e Engenharia |
| Feteps | – Feira tecnológica do Centro Paula Souza |
| FINEP | – Financiadora de Estudos e Projetos |
| GEE | – Gases de Efeito Estufa |
| H ₂ O | – Vapor de Água |
| HC | – Hidrocarbonetos |
| HPA | – Polinucleares |
| IAA | – Instituto do Açúcar e do Alcool |
| IBAMA | – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| IBGE | – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IDH | – Indicadores de Desenvolvimento Humano |
| INT | – Instituto Nacional de Tecnologia |
| IPCC | – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas |
| Lab InCognITA | – Laboratório de Inovação em Cognição, Informação, Tecnologia e Aprendizagem |
| LDB | – Lei de Diretrizes e Bases |

| | |
|------------------|--|
| LDBEN | – Diretrizes e Bases da Educação Nacional |
| MCT | – Ministério da Ciência e Tecnologia |
| MMA | – Ministério do Meio Ambiente |
| MME | – Ministério de Minas e Energia |
| MP | – Material Particulado |
| N ₂ | – Gás Nitrogênio |
| N ₂ O | – Óxido Nitroso |
| NMVOC | – Compostos Orgânicos Voláteis não Metânicos |
| NOX | – Óxidos de Nitrogênio |
| O ₂ | – Oxigênio |
| OCDE | – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico |
| OMM | – Organização Meteorológica Mundial |
| ONU | – Organização das Nações Unidas |
| OVEG | – Programa de Óleos Vegetais |
| PBL | – Project Based Learning |
| PCNEM | – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio |
| PLV-60 | – Projeto de Lei de Conversão |
| PNE – 2030 | – Plano Nacional de Energia 2030 |
| PNMC | – Plano Nacional de Mudanças Climáticas |
| PNUD/GEF | – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento / Fundo Global para o Meio Ambiente |
| PNUMA | – Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente |
| PROÁLCOOL | – Programa Nacional do Alcool |
| PROBIODIESEL | – Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel |
| PROCONVE | – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores |
| SAEB | – Sistema de Avaliação de Educação Básica |
| SARESP | – Sistema de Avaliação de Rendimento escolar do Estado de São Paulo |
| SO _x | – Óxidos de Enxofre |
| TCC | – Trabalho de conclusão de curso |
| UNESP/FEG | – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” |
| USP | – Universidade São Paulo |
| WCED | – World Commission on Environment and Development |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| ppm | – partes por milhão |
| °C | – grau Celsius |
| kPa = 1 bar | – quilograma Pascal |
| J/g | – joule por grama |
| vol | – volume |
| g/cm ³ | – grama por centímetro cúbico |
| cP | – <i>centipoise</i> |
| cSt | – centímetro <i>Stokes</i> |
| kg | – quilograma |
| b/d | – barril/dia |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | APRESENTAÇÃO..... | 18 |
| 1.1 | Por que fazer a tese?..... | 18 |
| 1.2 | Metodologia do Trabalho de Pesquisa | 24 |
| 1.3 | Estrutura do Trabalho..... | 26 |
| 2 | BIOCOMBUSTÍVEIS COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA..... | 28 |
| 2.1 | Petróleo e os Combustíveis Fósseis | 28 |
| 2.2 | Considerações sobre Biocombustíveis | 31 |
| 2.3 | Principais Biocombustíveis | 35 |
| 2.3.1 | Etanol..... | 35 |
| 2.3.2 | Biodiesel | 38 |
| 2.3.3 | Biogás | 43 |
| 2.4 | A Participação do Biocombustível na Matriz Energética Brasileira | 44 |
| 2.5 | Considerações sobre a Matriz de Emissões de Gás de Efeito Estufa Relativas aos Biocombustíveis | 46 |
| 2.5.1 | Cenário das emissões de gases de efeito estufa | 46 |
| 2.5.2 | Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa | 50 |
| 2.5.3 | Relatório de referência relativo ao setor de energia | 53 |
| 3 | EDUCAÇÃO BÁSICA E O DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEL..... | 58 |
| 3.1 | Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental e Médio | 58 |
| 3.1.1 | Contextualização e interdisciplinaridade | 61 |
| 3.1.2 | Desenvolvimento de competências relativas ao tema energia | 63 |
| 3.2 | Ensino por Meio da Estratégia de Projetos | 64 |
| 3.3 | Aprendizagem Baseada em Projetos | 66 |
| 3.4 | Educação Ambiental como Processo Educativo | 69 |
| 3.5 | Aspectos de Algumas Estratégias de Ensino..... | 72 |
| 3.5.1 | Atividade de campo como procedimento didático..... | 73 |
| 3.5.2 | Registro do educador e diário de bordo | 74 |
| 3.5.3 | Plano de Ensino no desenvolvimento de projetos..... | 75 |
| 3.5.4 | Avaliação de desempenho e o modelo de rubrica | 76 |
| 4 | ESTRATÉGIA DE PROJETOS TENDO COMO TEMA CATALISADOR BIOCOMBUSTÍVEIS | 78 |
| 4.1 | Projetos de Aprendizagem (do Aluno) com o Tema Biocombustíveis | 78 |
| 4.2 | Formação Continuada de Professores | 79 |
| 4.3 | Proposta de Projeto sobre Biocombustíveis | 80 |
| 4.3.1 | Definição do problema ou da questão que norteará o projeto..... | 82 |
| 4.3.2 | Identificação do que os alunos vão aprender e desenvolver | 83 |
| 4.3.3 | Avaliação como processo educativo | 88 |
| 4.4 | Aplicação da Proposta de Projetos com o Tema Biocombustíveis..... | 89 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.4.1 | Desenvolvimento da proposta no contexto da escola | 91 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 95 |
| 5.1 | Resultado da Intervenção nos Projetos de Ensino por Meio de Curso de Formação Continuada | 95 |
| 5.1.1 | Projeto de Educação Ambiental e a Estratégia do Trabalho de Campo e Registro do Educador..... | 95 |
| 5.1.2 | A Aprendizagem Baseada em Projetos, a Estratégia do Projeto de Ensino e a Avaliação de Desempenho | 97 |
| 5.2 | Resultado da Avaliação dos Professores sobre os Cursos de Formação Docente | 99 |
| 5.3 | Resultado da Aplicação do Projeto sobre Biocombustíveis | 102 |
| 5.3.1 | Concepções em relação ao conhecimento químico revelados pelos alunos na auto-avaliação | 103 |
| 5.3.2 | Conhecimentos relativos aos biocombustíveis, à questão energética e à questão ambiental | 104 |
| 5.3.3 | Conhecimento relativo a conteúdo procedimental e atitudinal | 105 |
| 6 | CONCLUSÕES FINAIS | 109 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 112 |
| | APÊNDICE A | 126 |
| | APÊNDICE B..... | 128 |
| | APÊNDICE C..... | 131 |
| | APÊNDICE D | 135 |
| | APÊNDICE E..... | 137 |
| | APÊNDICE F..... | 149 |
| | APÊNDICE G | 150 |
| | APÊNDICE H | 151 |

1 APRESENTAÇÃO

Esta pesquisa objetiva contribuir para a formação de cidadãos que possam intervir no seu meio para mudar o modelo de sociedade atual para uma sociedade mais cooperativa e conservacionista do ponto de vista energético e ambiental.

Pretende-se que essa contribuição seja feita por meio do processo educativo com envolvimento de educadores e alunos em estratégias de ensino, enfatizando a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). Um projeto, bem direcionado, propicia habilidades para a formação de valores que refletem mudanças de atitude relativas ao padrão de consumo, além de possibilitar a vivência no processo de ação-reflexão-ação que permite avaliar a prática como operação para melhorar o fazer e ser, em consequência, levando à formação do cidadão crítico.

A temática biocombustíveis pode ser objeto de estudo tanto no ensino médio quanto no ensino técnico, pois, além de promover o conhecimento de várias áreas, abarca situações que estão presentes na vida do aluno, em especial, relativos ao meio ambiente, possibilitando um trabalho com a transversalidade. O tema tem sido foco de vários projetos, interdisciplinares, que apontam esses combustíveis como uma fonte alternativa de energia e com possibilidade de minimizar as emissões dos gases de carbono.

1.1 Por que fazer a tese?

A sociedade atual vive um mundo de incertezas com problemas nos diferentes âmbitos, ou seja, de ordem econômica, social, ambiental, político e cultural. Nesse cenário as questões relativas à energia se destacam, pois a sociedade atual é dependente de energia como é da água para sua subsistência. Essa realidade faz com que a demanda energética se eleve a cada ano enquanto que a sua disponibilidade tem um futuro duvidoso, em especial porque, diante dos problemas ambientais relativos ao aquecimento global, é obscuro fazer uma projeção com relação ao petróleo, carvão e gás natural, principais fontes de energia atualmente no mundo. Opiniões de diversos autores se alinham a respeito da necessidade de outras fontes de energia (FERRARI *et*

al., 2005; MARINI e ROSSI, 2005; GOLDEMBERG e LUCON, 2007; IMPROTA, 2008).

O Brasil, nesse contexto, tem uma posição diferenciada em termos de fontes alternativas, pois a maior parte da eletricidade consumida provém da energia hidráulica e os combustíveis provenientes do petróleo como a gasolina e o diesel são em parte substituídos por etanol e biodiesel, além de uma parcela do óleo combustível substituído por bagaço de cana-de-açúcar. Porém, o país não está isento dos problemas citados, pois algumas evidências de mudanças climáticas, que têm como prova registros científicos, demonstram um aumento da temperatura acima da média nos últimos anos. Esses indicadores não podiam mais ser ignorados pelos diferentes setores da sociedade a ponto de entrar na pauta de prioridades de governos, assim como o termo desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade que passou a fazer parte do vocabulário político (ROTHMAN; FURTADO, 2005). O desenvolvimento sustentável, segundo Dincer (1999), é o que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades ou, segundo o dicionário Houaiss¹, sustentabilidade é característica ou condição do que é sustentável ou que tem como acepção o que pode ser sustentado.

Nesse cenário é criada, no Brasil, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), por meio da Lei 10.847 e que tem como propósito prestar serviços na área de estudos e pesquisas a fim de dar subsídios ao planejamento do setor energético (BRASIL, 2004). Entre as competências relativas à EPE estão: realização de estudos e projeções da matriz energética, elaboração e publicação do balanço energético nacional, identificação e a quantificação dos potenciais recursos energéticos e promoção de estudos e produção de informações para subsidiar planos e programas de desenvolvimento energético ambientalmente sustentável, inclusive, de eficiência energética. O Plano Nacional de Energia 2030 (PNE – 2030) foi o primeiro estudo de planejamento integrado de recursos energéticos realizado pela EPE no âmbito do MME, um trabalho de planejamento de longo prazo de caráter energético, no qual se insere a biomassa. Dessa forma, os biocombustíveis

¹HOUAISS A, Villar MS. Dicionário Houaiss da língua portuguesa. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Objetiva; 2001.

como etanol e biodiesel, ganham importância não só como destaque na matriz energética brasileira, mas como alvo de estudos para o planejamento, assim como para atender programas relativos ao desenvolvimento energético ambientalmente sustentável.

Para atender os programas energéticos é necessária a formação de profissionais que demonstrem competências básicas cognitivas, procedimentais e atitudinais para promover o uso racional de energia e que saibam lidar com a tecnologia em busca da eficiência energética, assim como possuir habilidades inerentes ao seu campo de atuação profissional. Essa formação está contemplada na nova Lei de Diretrizes e Bases (LDB) do ensino médio, no qual se espera do aluno, ao terminar essa etapa da educação básica, que tenha adquirido capacidades relacionadas com desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos. Além dessa capacidade, a LDB cita: criatividade; curiosidade; desenvolvimento do pensamento divergente; trabalhar em equipe; disposição para procurar e aceitar críticas; disposição para o risco; saber comunicar-se e buscar conhecimento (BRASIL, 1996).

Portanto, melhorar o ensino e a prática educativa se tornam mecanismos importantes nesse contexto, pois a educação está no cerne desse processo, conforme demonstrado na Figura 1, cujo esquema representa dois itinerários importantes partindo da grande área energia, evidenciando ainda a importância da educação neste contexto.

No processo representado na Figura mencionada é possível afirmar que a vertente **tecnologia** necessita de conhecimentos para o desenvolvimento de projetos de energia e de eficiência energética, assim como de geração, distribuição, transformação e transporte de energia, os quais são trabalhados pela engenharia.

O caminho que aponta a linha de **desenvolvimento** permeia o debate articulado à tecnologia, porém com uma análise nas dimensões econômica, social, ambiental e política e que são tratados pelo planejamento energético. Ambos, engenharia e planejamento energético necessitam de conhecimentos específicos e práticos promovidos pela educação.

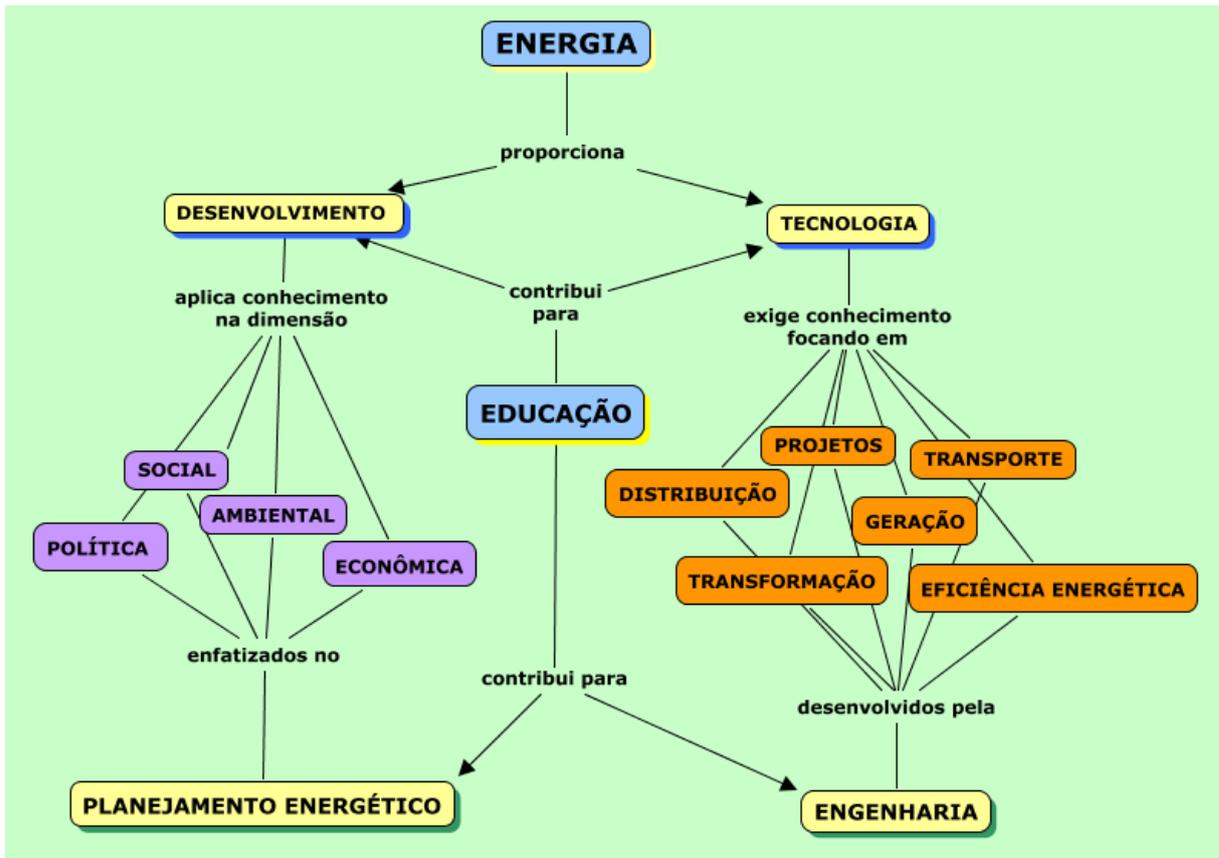


Figura 1 – Esquema da energia como objeto de estudo interdisciplinar e a educação como meio para realizar esse estudo.

Partindo-se da hipótese de que melhorando o ensino de forma que o aluno participe e se envolva no seu processo de aprendizagem com o uso de recursos que pressupõem a tomada de decisão frente às questões energéticas, esse trabalho procurou atuar no processo educativo, buscando essa melhoria por meio da estratégia de ensino ABP. Dessa forma essa tese tenta contribuir para a construção de uma sociedade melhor, minimizada pela utilização de recursos energéticos, menos poluentes. O centro de interesse, portanto, foi definido como: desenvolver nos alunos as competências básicas cognitivas, procurando responder a seguinte questão “Como abordar a temática biocombustíveis, no ensino médio, de forma a promover o uso racional de energia e firmar valores e atitudes frente às questões ambientais?” Para tanto, tomou como sujeitos de análise e de intervenção estudantes e professores de ensino médio e ensino técnico, mais diretamente, das escolas do Centro Estadual de Educação Tecnológica

Paula Souza (CEETEPS) que congrega 180 unidades de ensino no Estado de São Paulo.

Supondo que a temática biocombustíveis ou o estudo, especificamente, do etanol e do biodiesel possibilita agregar novos conhecimentos relacionados à energia e às questões ambientais, auxiliando no desenvolvimento tanto do currículo de ensino médio quanto do ensino técnico das diferentes modalidades, o trabalho teve como objetivo geral:

“Pesquisar uma estratégia de ensino que possibilite o desenvolvimento da temática biocombustíveis no ensino médio, promovendo o estudo de concepções de energia com o enfoque para educação ambiental com mudança de valores e de atitudes”.

E como objetivos específicos:

- Revisar o cenário energético, apontando alguns aspectos atuais sobre os biocombustíveis como fonte alternativa de energia;
- Levantar algumas considerações sobre a matriz de emissões de gases de efeito estufa (GEE) relativa aos biocombustíveis;
- Discutir sobre educação básica no ensino médio e o desenvolvimento energético ambientalmente sustentável;
- Revisar a estratégia educacional, focando o ensino por projetos, aplicando conceitos referentes à energia e propiciando o desenvolvimento do indivíduo com a formação integral².
- Levantar os conteúdos conceituais (conhecimentos das ciências), procedimentais (habilidades práticas ou o saber fazer) e atitudinais (valores e comportamento) que os projetos de aprendizagem³ sobre a temática biocombustíveis propiciam ao educando;

² Incluindo a formação ética, o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico.

³ Projetos desenvolvidos pelos estudantes.

- Levantar os conteúdos pedagógicos para que os projetos de ensino⁴ sejam adequados na condução de projetos de aprendizagem com a temática biocombustíveis;
- Desenvolver a proposta de intervenção no projeto de ensino dos professores, por meio da formação continuada;
- Aplicar a proposta de intervenção sobre o projeto de ensino, incorporando o estudo de concepções de energia, e verificar os resultados da intervenção;
- Levar o aluno a intervir no ambiente, especificamente, na área energética por meio de ações conscientes em defesa da coletividade, e ser um multiplicador, no ambiente escolar e na comunidade do entorno, das melhores soluções vivenciadas nesse processo.

Pode-se ressaltar que o desenvolvimento de temas relacionados à energia por meio da estratégia de ABP possibilita ao aluno, do ensino médio, a assimilação do processo de investigação em um trabalho de resolução de problemas, propiciando incentivar o espírito de pesquisa e a aptidão para desenvolver soluções originais e criativas com aplicação de conceitos científicos, além do seu preparo para trabalhar em equipe e capacidade para absorver novos conhecimentos, condições desejáveis para um futuro profissional, em especial, o da área de engenharia. Com a necessidade de promover esse espírito nos estudantes da educação básica a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), empresa pública vinculada ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), lançou a chamada pública “MCT/FINEP/FNDCT – PROMOVE – Engenharia no Ensino Médio 05/2006”. A chamada acolheu, com apoio financeiro, projetos inovadores com o objetivo de promover a interação das ciências das engenharias com o ensino em escolas de nível médio; dentro desta chamada, a UNESP/FEG⁵ foi contemplada com a proposta “Lab InCognITA - Laboratório de Inovação em Cognição, Informação, Tecnologia e Aprendizagem”, que se encontra em desenvolvimento. A carência de mão-de-obra qualificada no setor tecnológico

⁴ Projetos desenvolvidos pelos professores na condução dos projetos dos estudantes.

⁵ Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

levantada pelo Programa Inova Engenharia⁶ demonstrando o “Apagão de engenheiros” no Brasil, reforça essa necessidade de despertar o interesse pelas ciências ligadas à profissão de engenharia e essa premissa é também objeto de interesse desse trabalho.

- Questões Norteadoras

Partindo da ideia de se trabalhar com o ensino médio, fase final da educação básica, essa proposta visa acompanhar o processo educativo com o foco no educando ao abordar a temática biocombustíveis e com o foco no educador que conduz o trabalho do educando. Para tanto as principais questões que nortearam essa tese foram:

- Que melhorias a abordagem do tema biocombustíveis pode agregar ao currículo do ensino médio?
- Que concepções (conteúdos conceituais), habilidades e valores (conteúdos procedimentais e atitudinais), a temática proporciona aos estudantes ao desenvolver esse tema no ensino médio?
- Como melhorar o projeto de ensino do professor para acompanhar o projeto de aprendizagem do educando no processo educativo com a temática biocombustível?
- Como o tema biocombustíveis pode ser abordado no currículo dos cursos de ensino médio e técnico?
- Quais os benefícios que a temática biocombustíveis pode incorporar aos estudantes do ensino técnico profissionalizante?

1.2 Metodologia do Trabalho de Pesquisa

A tese constituiu-se em dois momentos, ou seja, primeiramente um diagnóstico efetuado por meio de questionário (Apêndice A) e aplicado aos professores, do CEETEPS, envolvidos em trabalho com projetos de educação ambiental. O momento

⁶ CONFEA. Confederação Nacional de Indústria (CNI). Mercado de Trabalho para o Engenheiro e Tecnólogo no Brasil. 2008. Disponível em <http://www.crea-sc.org.br/webcrea/webcrea2008/imagens/RelatoriodaPesquisaRevisado2008.pdf>.

seguinte foi com a intervenção no trabalho pedagógico por meio de cursos de formação continuada de professores.

O resultado do questionário (Apêndice B) apontou algumas contradições, ou seja, 76% dos professores questionados citaram que conduzem em suas aulas o trabalho por projetos, porém ao sugerir temas para capacitação esse assunto foi indicado por 62% dos professores que responderam à pesquisa, resultado que se alinha com a indicação do livro didático como referencial teórico, sinalizado por 59% desses docentes. Outro item destacado é em relação ao desenvolvimento e avaliação de competências, prática citada por 57% dos professores, porém 67% indicaram este como tema a ser discutido em um curso de capacitação.

Considerando esses resultados é possível perceber que o cotidiano do professor que acompanha e conduz projetos de aprendizagem está pautado apenas no fazer do aluno que pode ser denominado, segundo Luckesi (1994), como *sensu comum* pedagógico. Para o autor, o *sensu comum* pedagógico é “adquirido, ao longo do tempo, por acúmulo espontâneo de experiências” e sem uma filosofia criticamente construída. O autor, ao analisar os aspectos essenciais da prática docente, diz que “a ação pedagógica cotidiana escolar vem sendo realizada sem uma permanente mediação crítica sobre o que se está fazendo: seu sentido, significado e finalidade”. E nesse sentido é necessária a intervenção para que o professor possa conduzir o trabalho do aluno de forma a aprimorar a sua formação buscando as competências básicas.

Na segunda etapa e de acordo com o diagnóstico, foram realizados cursos de formação continuada em serviço para professores que já contavam com a experiência em trabalhar com projetos de aprendizagem. Para melhorar o processo de ensino-aprendizagem foram programadas e desenvolvidas, nos cursos, algumas estratégias de ensino. Entre essas estratégias são relacionadas: a proposta de ABP de acordo com o modelo do *Buck Institute for Education* (BIE), o desenvolvimento do registro reflexivo, a discussão de como explorar o trabalho de campo, a concepção e

elaboração do plano de trabalho docente ou projeto de ensino⁷ e a forma de utilizar a avaliação como processo de ensino e aprendizagem.

A aplicação de uma proposta de projeto sobre biocombustíveis foi realizada no contexto escolar com alunos de ensino médio e técnico, a qual permitiu a verificação das competências cognitivas desenvolvidas pelos estudantes por meio dos resultados obtidos. Na análise dos resultados foram utilizadas as técnicas recomendadas pela pesquisa-ação como: observação direta, apresentação dos professores, questionário, registro do professor (reflexivo) e do aluno (diário de bordo), auto-avaliação do aluno e planejamentos dos projetos de ensino.

Para levantar as potencialidades que a temática biocombustíveis poderia promover no ensino médio e técnico, foram analisados alguns projetos de aprendizagem⁸, de alunos de ensino médio e técnico, com o tema fontes alternativas de energia.

Considerando a interação entre o pesquisador e as pessoas envolvidas na situação investigada, assim como as soluções encaminhadas sob a forma de ações concretas que auxiliaram na resolução do problema, foco desse trabalho, os procedimentos utilizados no desenvolvimento deste trabalho basearam-se em técnicas referentes à pesquisa-ação, segundo metodologia descrita por Thiollent (2009).

1.3 Estrutura do Trabalho

Levando em consideração que o foco dessa tese foi discutir o tema biocombustíveis remetendo o educando a refletir sobre o uso racional de energia, a eficiência energética e a promoção de fontes renováveis, por meio da incorporação de uma estratégia de ensino que promovesse um senso crítico aos indivíduos para atuar na sociedade de forma responsável, o trabalho foi estruturado da seguinte forma.

Uma discussão sobre os biocombustíveis como fonte alternativa de energia, sua participação na matriz energética brasileira e aspectos principais do etanol e do

⁷ Projeto de ensino ou plano de ensino ou ainda plano de trabalho docente do professor que conduz o projeto do aluno (projeto de aprendizagem)

⁸ Projetos apresentados em feiras científicas e realizados pelos estudantes de diferentes escolas.

biodiesel são percorridos no capítulo 2. Ainda esse capítulo expõe algumas considerações sobre as emissões de gases de efeito estufa (GEE) dos biocombustíveis e como essas se inserem no Plano Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC), apresentando alguns aspectos importantes levantados no Primeiro Inventário Brasileiro sobre Emissões de GEE e publicados no relatório denominado Referência para Energia, em especial, no setor de Transporte.

O processo educativo atual e a estratégia de ensino por projetos, dentro de uma perspectiva interdisciplinar que possibilite o desenvolvimento de conteúdos conceituais referentes à energia, procedimentais que permitam que o indivíduo pratique uma ação frente a uma situação problema e atitudinais que pressupõem saber agir de acordo com bons princípios são discutidos no capítulo 3. Esse capítulo também discute algumas estratégias de ensino incorporadas aos projetos com a temática biocombustíveis, além de apresentar os cursos oferecidos aos professores e as estratégias de ensino trabalhadas nesses cursos.

Alguns dados sobre projetos de aprendizagem com o tema biocombustíveis e informações acerca da formação continuada de professores estão descritos no capítulo 4. Nesse capítulo também são discutidos as possíveis abordagens que a temática biocombustíveis possibilita desenvolver no ensino médio e no ensino técnico, assim como a descrição de algumas propostas de projeto, sendo que uma delas foi discutida com professores de química e aplicada no contexto escolar com estudantes do ensino médio e de ensino técnico.

O capítulo 5 expõe os resultados da intervenção, em forma de formação continuada de professores em serviço, realizada com os docentes e por meio desses com os alunos. Também é discutida nesse capítulo a avaliação dos professores sobre os cursos de formação mencionados e as concepções desenvolvidas pelos alunos e que foram reveladas via auto-avaliação e no preenchimento do questionário respondido após atividade de pesquisa e debate realizado na escola.

O capítulo final ficou reservado para as conclusões procedentes do desenvolvimento desse trabalho e uma projeção sobre futuras pesquisas em relação ao tema.

2 BIOCOMBUSTÍVEIS COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA

De acordo com os dados da Agência Internacional de Energia (AIE), o consumo de petróleo deverá aumentar em 40% até o ano de 2030, pois ainda será a principal fonte energética. Porém outras fontes de energia também terão seu consumo elevado e é nesse contexto que se insere a estratégia brasileira na área de biocombustíveis (SIMÕES, 2007). Esse autor menciona que os países que detêm a dianteira no processo de migração da matriz energética apresentam uma posição privilegiada em relação aos demais e é nesse cenário que o Brasil se destaca com a produção de biocombustíveis, mais especificamente, de etanol e, recentemente, de biodiesel. Essa situação coloca o país, do bloco denominado BRICs (Brasil, Rússia, China e Índia), em evidência, pois neste bloco se concentram 35% das 20 maiores empresas na área energética; as demais se dividem entre países europeus e americanos.

2.1 Petróleo e os Combustíveis Fósseis

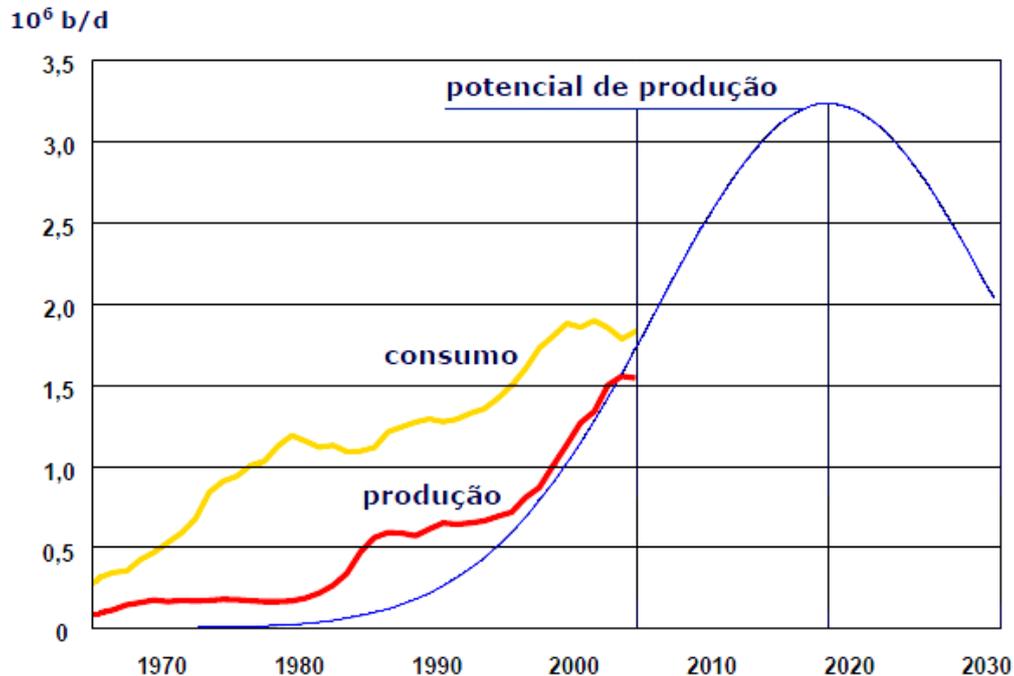
O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos⁹ líquidos e complexos, de ocorrência natural, que após a destilação permitem obter combustíveis, lubrificantes e produtos industrializados como fertilizantes, plásticos, borrachas entre outros (NEIVA, 1983). Portanto, para as diferentes aplicações que esse produto pode ter é preciso que seja submetido a uma série de processos denominada refino do petróleo (MARIANO, 2001).

Com a primeira crise mundial de petróleo em 1970, o Brasil adotou uma política energética para reduzir a dependência do produto por meio de fontes energéticas nacionais como o álcool de cana, carvão mineral, hidreletricidade, gás natural e carvão vegetal, além do aumento da produção interna de petróleo (BRASIL, 2004).

O PNE 2030 prevê uma projeção de produção brasileira de petróleo para os próximos 25 anos (BRASIL, 2008). Esses valores foram estimados com base nas reservas descobertas e não descobertas de blocos já licitados, valores esses que não

⁹ Composto formado principalmente por átomos de carbono e hidrogênio.

consideram que haja uma queda da produção alcançada em 2020, quando for estabelecido o patamar de produção, conforme Figura 2.



Fonte: Souto, 2006

Figura 2 – Estimativa de evolução da produção de petróleo, em barril/dia, no Brasil até 2030.

O diesel, principal combustível de veículos pesados no Brasil, é um combustível derivado do petróleo. Há uma predominância de hidrocarbonetos alifáticos¹⁰ contendo de 9 a 28 átomos de carbono na cadeia podendo conter de 0,1 a 0,5% enxofre, nitrogênio e oxigênio. Essa composição pode variar, dependendo da origem do petróleo utilizado como matéria-prima e dos diferentes processos de refino (BRAUN *et al.* 2004).

Dados fornecidos pela EPE mostram que o petróleo ocupa uma posição de destaque na matriz energética brasileira, com aproximadamente 38 % de oferta interna de energia (BRASIL, 2010).

De acordo com Sachs (2007) a revolução energética do século XXI se confirma como um fenômeno provocado pelo encarecimento do petróleo que, segundo o autor, é

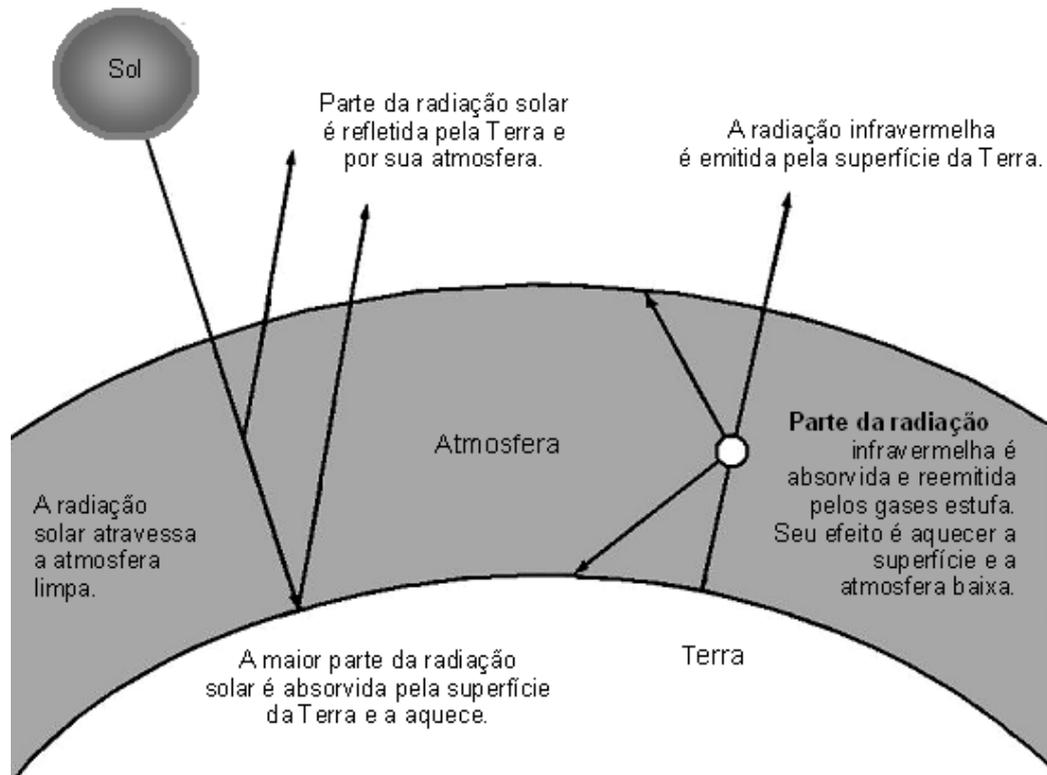
¹⁰ Hidrocarbonetos com átomos de carbonos estruturais de cadeias abertas e fechadas (cíclicas) não aromáticas.

condicionado por alguns fatores. Entre esses pode ser citado, por exemplo, a alta dependência do petróleo, desencadeando um desnível entre o volume da sua produção e o das reservas recém-descobertas, ou seja, a humanidade está consumindo mais do que é encontrado, provocando o que os geólogos denominam de “pico do petróleo”. Isso tem causado grandes oscilações de preços do barril no mercado internacional. Outro fator considerado pelo autor é a necessidade da redução do consumo de energia proveniente de fontes fósseis para evitar os problemas sobre a mudança do clima provocada pelos GEE, reconhecida como danosa à sociedade. Diante dessa situação os adeptos da “ecologia profunda”, defendem que no lugar do desenvolvimento sustentável, deve-se, “no melhor dos casos, discutir a retirada do sustentável, com limitação drástica dos níveis de consumo da população mundial” (SACHS, 2007).

De acordo com Braun *et al.* (2004), os compostos emitidos pela combustão do diesel e da gasolina podem ser classificados em alguns tipos.

- Aqueles que não causam danos à saúde como, oxigênio (O_2), dióxido de carbono (CO_2), vapor de água (H_2O) e gás nitrogênio (N_2).
- Os que são nocivos à saúde como, monóxido de carbono (CO), os hidrocarbonetos (HC), os óxidos de nitrogênio (NO_x), os óxidos de enxofre (SO_x) e material particulado (MP), cujas quantidades são regulamentadas.
- Aqueles que ainda não estão sob regulamentação: aldeídos, amônia, benzeno, cianetos, tolueno e hidrocarbonetos aromáticos polinucleares (HPA).

Embora o CO_2 seja classificado como composto que não causa danos à saúde é um dos principais gases do efeito estufa e, portanto, objeto de estudo quando se discute a questão da mudança do clima. A Figura 3 apresenta um esquema representativo sobre o efeito estufa no planeta, processo importante para o desenvolvimento da biosfera terrestre, no qual a atmosfera contém uma camada de gases transparente à radiação solar, enquanto absorvem grande parte da radiação emitida pela superfície (XAVIER e KERR, 2004). Os autores alertam que esse processo natural está sendo alterado e chama atenção para que não confunda o termo efeito estufa como algo maléfico, e sim a relação com as atividades antropogênicas que podem vir a afetar seriamente o clima terrestre.



Fonte: Adaptados de Goldemberg e Villanueva (2003)

Figura 3 - Esquema representando o mecanismo do efeito estufa.

2.2 Considerações sobre Biocombustíveis

A busca de novas fontes alternativas de energia ou pesquisa para melhorar a produção de biocombustíveis (Sachs, 2007), em especial, etanol da cana-de-açúcar e o biodiesel a partir de óleos e gorduras se baseia em alguns motivos descritos a seguir.

Reduzir o uso dos combustíveis fósseis considerados como principais responsáveis pelos GEE que podem contribuir para o aquecimento global e, conseqüentemente, para alteração climática do planeta (fenômeno referente à variação do clima em escala global ou dos climas regionais do planeta Terra ao longo do tempo). O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) é uma entidade criada, em 1988, por iniciativa da Organização das Nações Unidas (ONU) e da Organização Meteorológica Mundial (OMM) para monitorar o problema e apresentar solução para o aumento da temperatura no planeta que no último século subiu 0,6 °C (CONTI, 2005). O autor cita que esse fenômeno, definido como mudança climática, além de envolver a elevação da média térmica envolve a reação, em cadeia,

que se estabelece a partir desse aquecimento, o que deve ser estudado pelos especialistas.

O esgotamento do petróleo é motivo de preocupação, pois se trata de matéria-prima essencial para combustível destinado ao transporte, que junto com o carvão é a fonte principal de energia utilizada também para o comércio, agricultura e indústria. Somado à questão sobre o esgotamento do petróleo, há de se considerar também o aumento excessivo dos preços internacionais desse produto, os quais provocam um impacto global na elevação dos preços de transporte e de mercadorias, provocando assim alterações consideráveis a economia de um país.

O Brasil possui tecnologia aprimorada para o uso do álcool como combustível, resultado de pesquisas desde o lançamento do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL) que ocorreu na década de 1970 (BRASIL, 2008). Essas pesquisas acontecem, atualmente, para o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), o qual foi regulamentado, em 2005. O PNPB é um programa interministerial do Governo Federal cujo foco é implantar de forma sustentável, tanto técnica, quanto economicamente, a produção e uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional (BRASIL, 2005). Os indicadores de desenvolvimento humano (IDH) do Brasil são muito baixos quando comparados aos de países com igual nível de renda per capita e, nesse sentido, o PNPB visa à criação de empregos no meio rural por meio da agricultura familiar.

Na opinião de Sachs (2005) os biocombustíveis chegaram ao estágio adulto, após meio século de existência e o autor apresenta três aspectos importantes para afirmar essa premissa: (i) o crescente preço do petróleo e a certeza de seu esgotamento; (ii) as questões que envolvem a geopolítica do petróleo que coloca em risco as indústrias que dependem desse suprimento; e (iii) a sua necessidade como fonte alternativa de energia em substituição ao combustível fóssil para a redução urgente de gases de efeito estufa.

Segundo Jannuzzi e Swisher (1997) após a primeira crise internacional do petróleo, que ocorreu na década de 1970, o preço do barril de petróleo quase que quadruplicou e essa alta de preços determinou um esforço do Brasil em canalizar investimentos na produção de energia hidrelétrica. Para substituir o combustível

proveniente do petróleo o país lançou o PROÁLCOOL. Nos demais países o período foi marcado pela intensificação do uso de carvão e energia nuclear acarretando em maior investimento no setor energético por conta das preocupações com a poluição e acidentes nucleares (SCANDIFFIO, 2005). Diversos movimentos e organizações começaram a se destacar denunciando os problemas ambientais relacionados à energia, em especial, as de fonte fóssil. Esses problemas ambientais, que afetam diretamente a população, são relativos: ao aquecimento global, à poluição do ar, precipitação ácida, redução da camada de ozônio e destruição das florestas (DINCER, 1999).

A partir da década de 1980 a visão ecológica passou a fazer parte da agenda do planejamento energético, porém esse planejamento era feito apenas no setor que envolvia eletricidade, carvão e petróleo sem uma preocupação maior com relação ao planejamento de fontes renováveis (BRASIL, 2008). Foi no final da década de 1980 e início dos anos 1990 que a poluição ambiental, recursos renováveis e desenvolvimento sustentável foram introduzidos como conceitos e as opiniões e ideias dos especialistas, no assunto, passaram a influenciar as decisões político-energéticas (JANNUZZI e SWISHER, 1997).

Algumas condutas preservacionistas adotadas foram inspiradas pela Conferência de Estocolmo de 1972 e pela Lei 6.938/81 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981). No final do século XX, novas ações regulatórias, por parte do Estado, foram se tornando necessárias como: regulamentos ambientais em geral, imposição de uma porcentagem mínima de fontes renováveis de energia ao portfólio das empresas distribuidoras, planejamento integrado de recursos, entre outros (GOLDEMBERG e VILLANUEVA, 2003).

Em 2004 é criada a EPE com o objetivo de “prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético”, como já foi mencionado, e entre os setores alvos, o de fontes renováveis de energia. Nesse cenário o biocombustível integra as áreas de atuação da EPE, a qual realiza estudos e projeções da Matriz Energética Brasileira como uma de suas atribuições (BRASIL, 2004).

A utilização dos biocombustíveis tem o seu início com o ensaio de óleo vegetal em motor realizado por Rudolf Diesel no ano de 1900. Desde essa época algumas iniciativas marcaram a evolução no uso de biocombustíveis, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Evolução sobre os biocombustíveis

| ANO | INICIATIVAS SOBRE BIOCOMBUSTÍVEIS |
|-------------|--|
| 1900 | Primeiro ensaio por Rudolf Diesel, em Paris, de um motor movido a óleos vegetais. |
| 1920 | Início das pesquisas sobre combustíveis alternativos e renováveis no Brasil, por meio do Instituto Nacional de Tecnologia – INT. |
| 1937 | Concessão da primeira patente a combustíveis obtidos a partir de óleos vegetais (óleo de palma), a G. Chavanne, em Bruxelas/Bélgica. Patente 422.877 |
| 1975 | Lançamento do programa PRO-ÁLCOOL - Programa Nacional do Álcool (álcool anidro) e o Programa Pro-óleo - Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos. |
| 1979 | Reorientação do programa PRO-ÁLCOOL com acordos do Governo com as montadoras de automóveis (produção também do álcool hidratado). |
| 1980 | Depósito da 1ª Patente de Biodiesel no Brasil - Dr. Expedito Parente. |
| 1983 | Lançamento do Governo Federal do Brasil do Programa de Óleos Vegetais – OVEG, com testes de misturas do biodiesel ao óleo diesel. |
| 1988 | Início da produção de biodiesel na Áustria e na França e primeiro registro do uso da palavra “biodiesel” na literatura. |
| 1998 | EUA aprovam biodiesel como combustível alternativa. Setores de P&D no Brasil retomam os projetos para uso do biodiesel. |
| 2003 | Lançamento de veículo <i>flex-fuel</i> alavanca a produção de etanol. |
| 2004 | Publicadas as resoluções 41 e 42 da ANP, que instituem a obrigatoriedade de autorização deste órgão para produção de biodiesel, e que estabelece a especificação para a comercialização de biodiesel que poderá ser adicionado ao óleo diesel, na proporção 2% em volume. Lançamento do Programa de Produção e Uso do biodiesel pelo Governo Federal. |
| 2005 | Publicação no Diário Oficial da União (DOU) da Lei 11.097 que autoriza a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. Inauguração da primeira usina e posto revendedor de Biodiesel no Brasil (Belo Horizonte/MG). |

Fonte: Levantamento realizado a partir de dados de RATHMAMN *et al.* (2006); [biodieselbr](http://www.biodieselbr.com/)¹¹; SUAREZ e ABREU, 2005)

¹¹ Biodieselbr.com. Disponível em <http://www.biodieselbr.com/>. Acesso em 14/03/2010

2.3 Principais Biocombustíveis

2.3.1 Etanol

O programa de biocombustíveis no cenário brasileiro se inicia com o lançamento do PROÁLCOOL com a produção de etanol com alta eficiência energética e custo competitivo, segundo Sachs (2005).

No Brasil, o etanol¹² é produzido da cana-de-açúcar que também produz o açúcar, produção essa que se iniciou no início no século XVI. Segundo Piacente (2006) o setor açucareiro foi a primeira atividade produtiva organizada pelo colonizador português em solo brasileiro e a agroindústria canavieira foi consolidada com a criação do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) por meio do Decreto nº 22.789 de 1º de julho de 1933. Dentre os objetivos do IAA figurava o estímulo à fabricação de etanol anidro¹³ mediante a instalação de destilarias ou de melhoramentos das instalações atuais (PIACENTE, 2006).

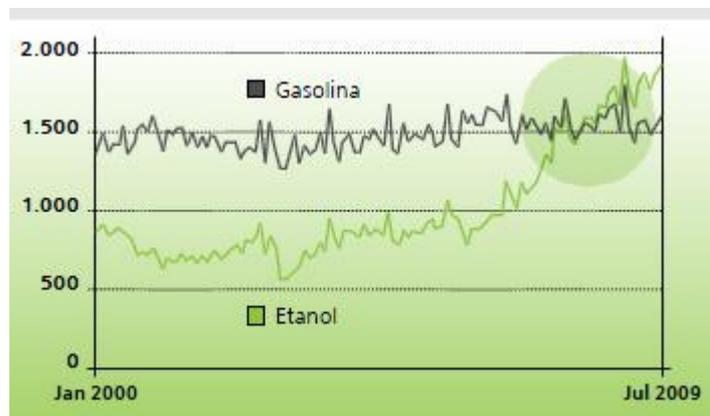
O emprego do etanol como combustível data desde o início do século XX, segundo Marcocchia (2007), porém a sua utilização em grande escala se deu na década de 1970 com a criação do PROÁLCOOL, colocando o país como um dos líderes mundiais nessa área. O PROÁLCOOL foi instituído pelo Decreto nº 76.593 de 14 de novembro de 1975 e tinha a finalidade de expandir a produção do álcool etílico anidro para ser utilizado como combustível adicionado à gasolina. Em 1979, com a segunda crise do petróleo o governo assinou um acordo com os fabricantes de automóveis para o uso do etanol como combustível (lançamento do carro ‘100% a álcool’) e assim o etanol hidratado tem a produção alavancada com o aumento do número de usinas no país. Esse período é marcado como auge do programa (SCANDIFFIO, 2005).

Na década de 1990 até 2003, segundo Scandiffio (2005), por conta de uma mudança institucional do governo houve um declínio na fabricação de carros a álcool diminuindo o seu consumo e produção. Esse quadro se alterou com o lançamento de

¹² também denominado álcool etílico ou, comercialmente, álcool combustível.

¹³ caracterizado pelo teor alcólico mínimo de 99,8° (porcentagem de álcool em peso ou grau alcoólico INPM).

veículos *flex-fuel*¹⁴ em 2003, alavancando sua produção que atingiu, em 2006, 17 milhões de metros cúbicos de etanol provenientes de 425 milhões de toneladas de cana-de-açúcar processadas em 310 usinas no país (SCANDIFFIO, 2005). Segundo a EPE os veículos *flex-fuel*, hoje, representam 30% da frota nacional, cuja tecnologia permite o uso da mistura de gasolina e de etanol hidratado em qualquer proporção, propiciando ao usuário a escolha do combustível. De acordo com Souza e Macedo (2010) o lançamento de veículo *flex-fuel* proporcionou um aumento na venda de etanol hidratado, superando, em 2008, o consumo mensal de gasolina, conforme mostra a Figura 4.



Fonte: ANP 2010

Figura 4 – Consumo mensal nacional de etanol¹⁵ e gasolina¹⁶ (em milhões de litros por mês).

O etanol pode ser obtido a partir de qualquer tipo de biomassa que contenha açúcar, amido¹⁷ ou material com teor de celulose¹⁸. Deve-se primeiramente converter o amido em açúcar através de processo conhecido como *sacarificação*, seguido de *hidrólise*, para então obter-se o etanol (SCANDIFFIO, 2005). Segundo essa autora, a escolha da variedade da cana-de-açúcar plantada é importante para a produção, pois o teor de sacarose pode variar de uma variedade para outra. Assim, a matéria prima quando chega à usina é analisada e o pagamento vinculado à medida feita para

¹⁴ Tecnologia que permite que o carro utilize gasolina, etanol ou a mistura dos dois combustíveis.

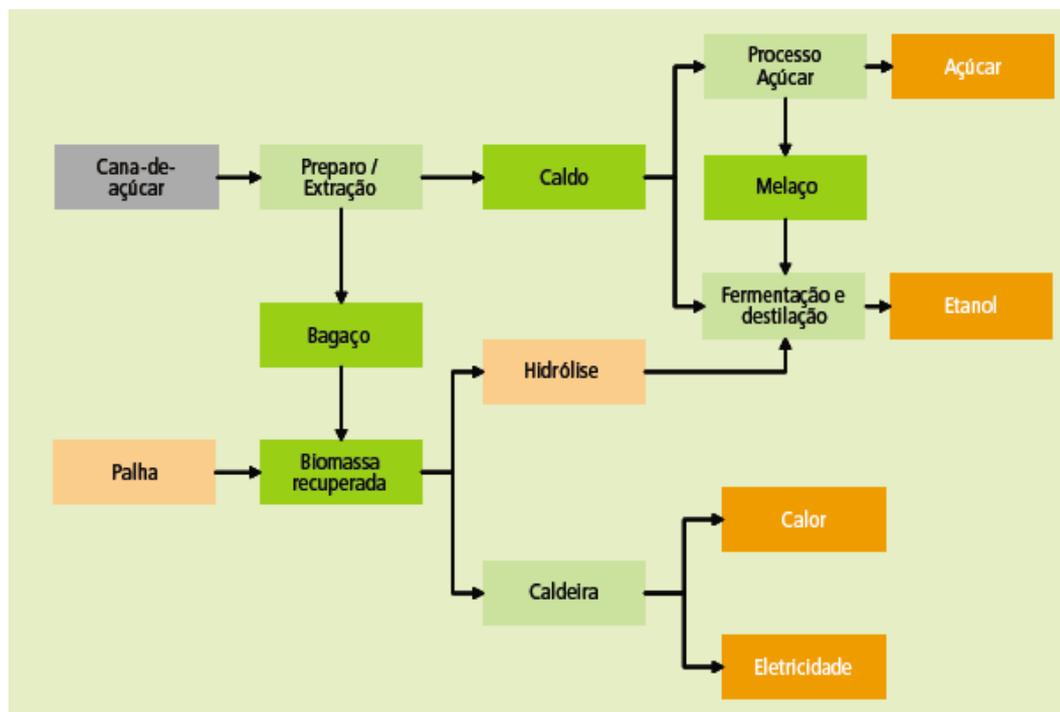
¹⁵ Hidratado e anidro. Fonte ANP. Elaboração UNICA.

¹⁶ Gasolina A. Fonte ANP. Elaboração UNICA.

¹⁷ Polissacarídeo presente em raízes tuberosas como mandioca, babaçu, batata entre outros.

¹⁸ Polissacarídeo presente em vegetais como a madeira, cuja estrutura forma fibras insolúveis em água.

identificar o teor de sacarose ou Açúcar Total Recuperável (ATR)¹⁹. A Figura 5 apresenta um fluxograma simplificado para explicar a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar. Esta, após a retirada de impurezas, passa pela primeira etapa de produção com o processo de moagem separando o caldo do bagaço (resíduo sólido). Do caldo se forma o mosto, resultado do tratamento químico para purificação e de técnicas de filtragem. Esse mosto é fermentado por um período de 4 a 12 horas e é nessa fase que os açúcares se transformam em álcool obtendo o vinho fermentado. Esse produto passa pelo processo de destilação para produzir: (i) o etanol hidratado que contém um teor alcoólico entre 92,6% e 93,8%, sendo o restante composto por água, produto este que pode ser utilizado como combustível nos motores de carros a álcool; ou (ii) etanol com um teor entre 99,3% e 99,8% denominado anidro e utilizado como aditivo à gasolina (SCANDIFFIO, 2005).



Fonte: MME, 2007

Figura 5 – Esquema simplificado para produção de etanol.

¹⁹ Teor de sacarose, fibra e pureza da cana-de-açúcar.

Segundo Pereira e Andrade (1998) o etanol é um líquido incolor e claro, volátil, inflamável, cujas propriedades físicas e químicas dependem primeiramente do grupo hidroxila, - OH, o que caracteriza a polaridade da molécula. A Tabela 1 sintetiza algumas propriedades físicas do etanol.

Tabela 1 – Propriedades físicas do etanol.

| <i>Propriedade</i> | <i>Valor</i> |
|---|--------------|
| Ponto de congelamento (°C) | -114,1 |
| Ponto de ebulição (°C) | 78,3 |
| Temperatura crítica (°C) | 243,1 |
| Pressão crítica (Kpa) | 6383,5 |
| Calor de fusão (J/g) | 104,6 |
| Calor de vaporização no ponto de ebulição (J/g) | 839,3 |
| Calor de combustão a 25°C (J/g) | 29676,7 |
| Limite de inflamabilidade no ar: | |
| Inferior (vol. %) | 4,3 |
| Superior (vol. %) | 19 |
| Temperatura de autoignição (°C) | 793 |
| Ponto de fulgor - vaso fechado (°C) | 14 |
| Calor específico do líquido a 20°C (J/g. °C) | 2,42 |
| Solubilidade em água | miscível |
| Massa Específica a 20°C (g/cm ³) | 0,789 |
| Viscosidade do líquido a 20°C (cP) | 1,17 |
| Constante dielétrica a 20°C | 25,7 |

Fonte: Kirk²⁰ (1981 apud PEREIRA; ANDRADE, 1998)

2.3.2 Biodiesel

Segundo o Plano Nacional de Energia 2030, o PNPB, instituído pelo governo federal, foi lançado quase 30 anos, aproximadamente, após o programa do álcool (BRASIL, 2008). O instrumento legal que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira é a Lei 11.907, publicada no Diário Oficial da União em 13/01/2005, e que estabelece a obrigatoriedade da adição de um percentual mínimo de

²⁰ Adaptado de Kirk - Othmer *Encyclopedia of Chemical Technology*, third edition, Volume 15; John Wiley & Sons: New York 1981, 398. Apud PEREIRA, P. A. de P.; ANDRADE, J. B. de F., reatividade e quantificação de metanol e etanol na atmosfera. *Quím. Nova* [online]. 1998, vol.21, n.6, pp. 744-754.

biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor, em qualquer parte do território nacional. O biodiesel, portanto, passa a compor a matriz energética brasileira como produto 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, 2005).

O Programa PNPB visa a implementação da produção e do uso de biodiesel e a Agência Nacional do Petróleo (ANP) é que regula, contrata e fiscaliza as atividades econômicas integrantes da indústria de combustível renovável (PAULILLO *et al.*, 2007). Segundo esses autores o Projeto de Lei de Conversão (PLV-60, de 2004) sancionado pelo Presidente da República e transformado na Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, foi responsável por estabelecer a obrigatoriedade da adição de 5% de biodiesel (B5) em volume no prazo de oito anos após a publicação da referida lei, havendo um percentual obrigatório intermediário de 2% (B2) três anos após a publicação da mesma.

A Figura 6 mostra a evolução da obrigatoriedade da adição de biodiesel que seguiu critérios como:

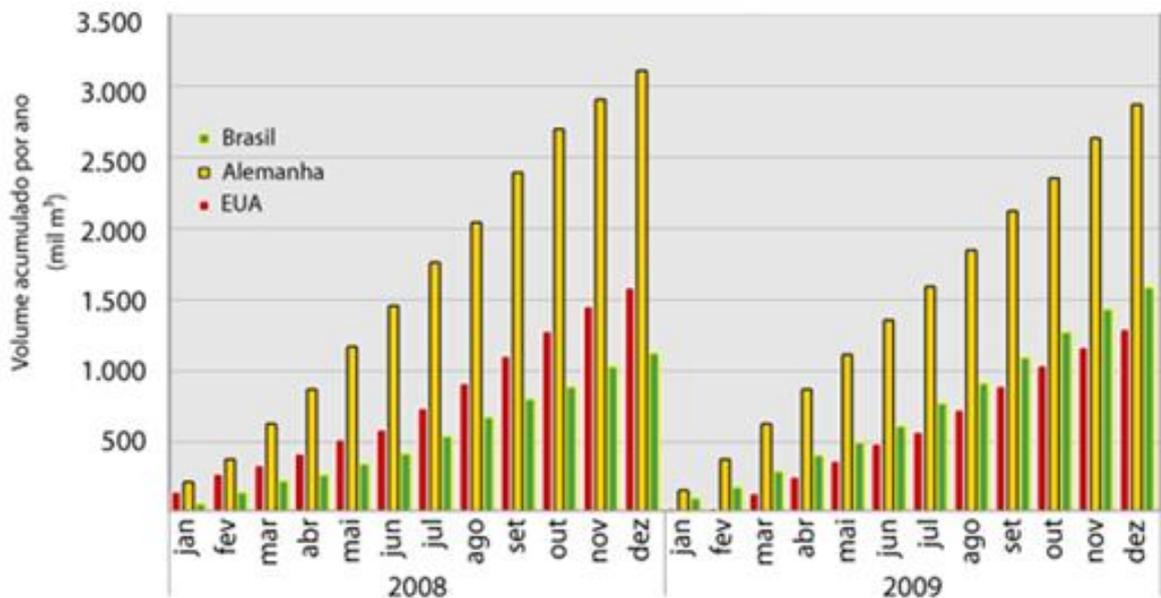
- I - a disponibilidade de oferta de matéria-prima e a capacidade industrial para produção de biodiesel;
- II - a participação da agricultura familiar na oferta de matérias-primas;
- III - a redução das desigualdades regionais;
- IV - o desempenho dos motores com a utilização do combustível;
- V - as políticas industriais e de inovação tecnológica.



Fonte: Adaptado de Souto, 2006

Figura 6– Evolução do marco regulatório do biodiesel.

De acordo com o portal biodieselbr²¹, o Brasil poderá produzir no período de 30 anos e apenas para o mercado interno, um volume aproximado de 50.000.000 m³, sendo a maior parcela produzida por transesterificação (80%) e o restante por craqueamento, processo que provoca a quebra de moléculas por aquecimento a altas temperaturas. A Figura 7 demonstra a evolução do consumo de biodiesel nos países Alemanha, Brasil e EUA, o qual demonstra que no Brasil o consumo que era menor do que o dos EUA em 2008, ultrapassou no ano seguinte, a demanda dos norte-americanos.



Fonte: spbiodiesel²²

Figura 7 –Evolução do consumo de biodiesel.

Segundo Ferrari *et al.* (2005) o biodiesel é definido como sendo um mono-alquil éster de ácidos graxos derivado de fontes renováveis (como óleos vegetais e gorduras animais), obtido através de um processo de transesterificação, no qual ocorre a transformação de triglicerídeos em ésteres de ácidos graxos. Os autores citam que a *Environment Protection Agency* (EPA – USA) define o produto como combustível e como aditivo para combustíveis, ou seja, é combustível quando usado puro a 100%

²¹ <biodieselbr.com> Disponível em <http://www.biodieselbr.com>. Acessado em 06/04/2010.

²² <spbiodiesel.com.br> Disponível em <http://www.spbiodiesel.com.br/noticias.html>. Acessado em 30/08/2010

(B100) ou em mistura com o diesel de petróleo na proporção de 20% (B20). No caso da utilização em pequena proporção de 1 a 5% (B1 a B5) o biodiesel é considerado aditivo.

Segundo Costa Neto *et al.* (2000), o biodiesel tem as seguintes características: (a) é praticamente livre de enxôfre e aromáticos; (b) tem alto número de cetano; (c) possui teor médio de oxigênio em torno de 11%; (d) possui maior viscosidade e maior ponto de fulgor que o diesel convencional, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Especificações dos combustíveis (biodiesel de óleo de fritura e diesel convencional) utilizados em ônibus de transporte coletivo na cidade de Curitiba (RAMOS, 1999. Apud COSTA NETO *et al.*, 2000)²³

| Características* | Biodiesel (puro) | Diesel (puro)** | Mistura B20*** | Normas |
|---------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|-------------|
| Viscosidade (cSt, 40°C) | 5,14 | 3,05 | 3,54 | ABNT MB-293 |
| Ponto de fulgor (°C) | 151 | 38 | 34 | ABNT MB-50 |
| Ponto de combustão (°C) | 191 | 45 | 43 | ABNT MB-50 |
| Massa Específica (g/cm ³) | 0,8828 | 0,8359 | 0,8449 | NBR-7148 |
| Sedimentos | negativo | negativo | negativo | ABNT MB-38 |
| Cloretos e sulfatos | negativo | negativo | negativo | NBR-5779 |
| Umidade (ppm) | 1390 | 58 | 350 | NBR-5755 |

*Análises efetuadas pela Empresa Filtroil (Campina Grande do Sul, PR);

**Óleo diesel comercial utilizado na mistura;

***Mistura B20 = biodiesel 20%, óleo diesel 80%.

O PNPB define o produto biodiesel como um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, como óleos vegetais (mamona, dendê, girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso, soja e dentre outras) e gorduras animais, que pode ser obtido por diferentes processos, sendo os principais, como já se mencionou o craqueamento e a transesterificação (SUAREZ *et al.*, 2007). Segundo Rinaldi *et al.* (2007) o biodiesel apresenta características físico-químicas semelhantes às do óleo diesel, motivo pelo qual tem sido alvo de pesquisa para substituir total ou parcialmente o diesel de petróleo devido aos comprovados fatores ambientais citados por vários

²³ Adaptado de Ramos, L. P.; In: *Anais do Congresso Brasileiro de Soja*; Centro Nacional de Pesquisa de Soja; Empresa Nacional de Pesquisa Agropecuária; Londrina, PR, 17 a 20 de maio, 1999; p. 233 apud COSTA NETO; P. R. e 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) 2000. 531-537.

autores (OLIVEIRA e COSTA, 2001; COSTA e HOESCHL, 2006; RINALDI *et al.*, 2007; TABILE *et al.*, 2009).

Sobre o processo de produção, enquanto o biodiesel é obtido pelo processo de transesterificação e esterificação, o bio-óleo, combustível resultante do aquecimento da biomassa sem a presença de oxigênio, é produzido pelo processo de craqueamento (OLIVEIRA *et al.*, 2008). Esses autores citam que as matérias-primas desses combustíveis podem ser: diferentes tipos de óleos e gorduras de origem animal, resíduos industriais ou domésticos, sobras de frituras e sabões produzidos no refino do óleo de soja.

O Brasil, nesse contexto, é privilegiado na produção de óleo vegetal proveniente de soja, amendoim, girassol, coco de dendê, coco de babaçu, colza e de mamona (SANTOS, 2007), matérias-primas para produção de biodiesel por meio da reação de transesterificação, além do etanol produzido a partir da fermentação do caldo de cana-de-açúcar, considerados fontes renováveis de energia de biomassa.

A Figura 8 demonstra uma reação de transesterificação de um triglicerídeo com um álcool, obtendo-se como produtos o éster e a glicerina.

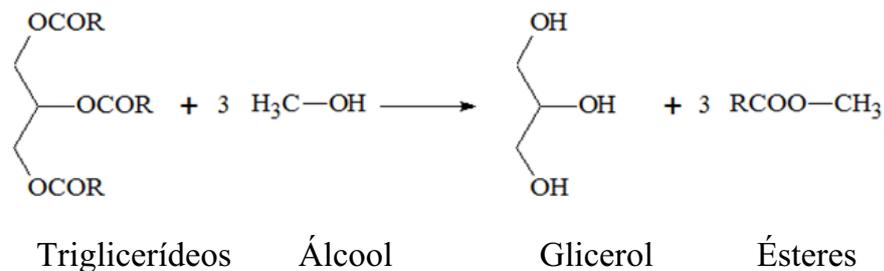


Figura 8 - Esquema geral de uma reação de transesterificação de triglicerídeos com álcool²⁴.

Uma das vantagens do biodiesel é sua adaptabilidade aos motores de ciclo diesel, pois, enquanto outros combustíveis requerem adaptações dos motores, com o biodiesel isso não é preciso (OLIVEIRA e COSTA, 2001).

²⁴ Diversos alcoóis podem ser empregados neste tipo de reação, sendo que o metanol (CH₃OH) e o etanol (CH₃CH₂OH) são os mais empregados.

Vários estudos indicam que os biocombustíveis, como o etanol e o biodiesel, reduzem as emissões de gás carbônico, em especial quando é feito o cálculo da reabsorção desse gás pelas plantas (LIMA, 2004; SUAREZ *et al.* 2007). Uma projeção dessa redução foi apontada por Lima (2004) ao considerar a reabsorção pelas plantas em 78%, em 90% de emissões de fumaça, desprezando a emissão de óxido de enxofre por ser muito pequena (Holanda, 2004. Apud COSTA; HOESCHL, 2006)²⁵.

As vantagens dos aspectos ambientais relacionados ao uso do biodiesel também são citadas por Cánepa (2004) que ressalta a importância da substituição do óleo diesel por biodiesel, o qual destaca ser um combustível menos poluente e como um aspecto de maior relevância aponta a redução das emissões. Nessa mesma linha de pensamento, Oliveira e Costa (2001) citam as reduções nas emissões de dióxido de carbono, hidrocarbonetos, enxofre e material particulado, porém os estudos apontam um incremento nas emissões de óxidos de nitrogênio (NO_x). Para Cánepa (2004), este problema poderia ser eliminado com ajustes nos motores de ciclo diesel.

Segundo Pacheco (2004) o combustível de óleos vegetais poderia solucionar os possíveis racionamentos de energia em localidades isoladas que demandam um custo grande para obter energia elétrica e, sendo assim, ser a solução que atenderia essas comunidades promovendo uma qualidade de vida melhor para essas populações.

2.3.3 Biogás

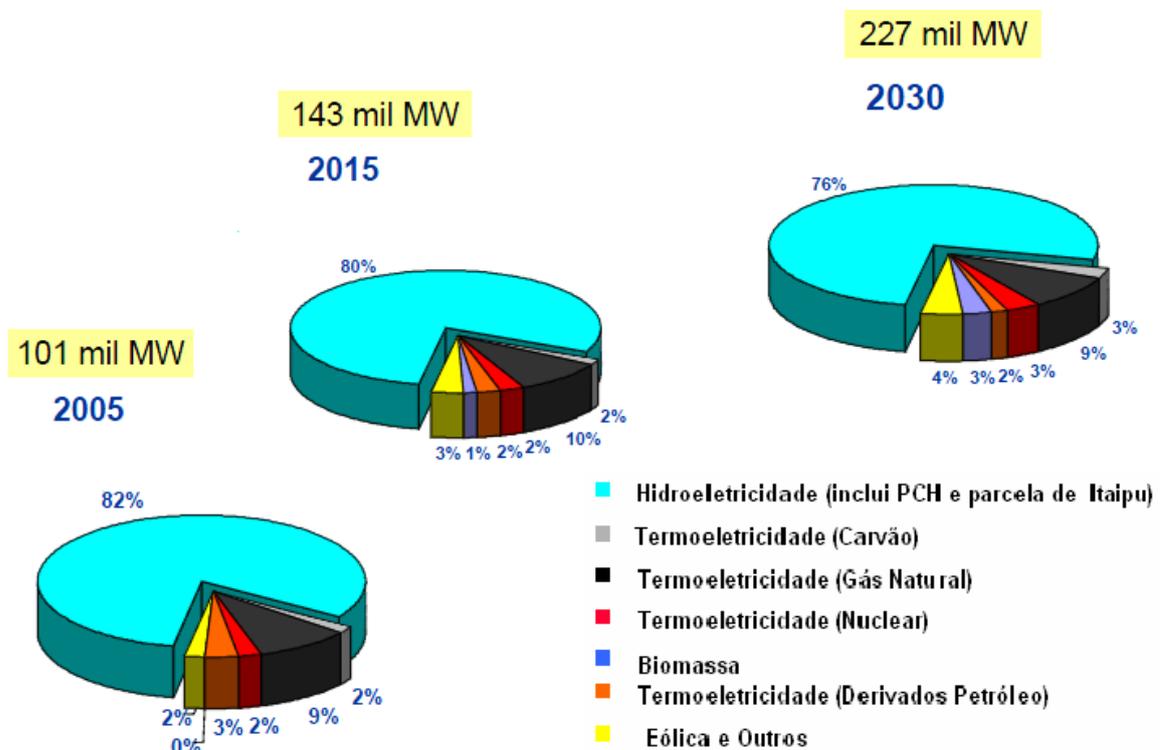
O biogás é um tipo de mistura gasosa, constituída em média por 60% de gás metano (CH₄) e 40% de gás carbônico (CO₂), produzida em meio anaeróbico a partir da ação de bactérias em resíduos orgânicos. A reação de fermentação ocorre dentro de determinados limites de temperatura, teor de umidade e acidez. O biogás, segundo Souza *et al.* (2004), é um combustível que pode ser utilizado para geração de energia elétrica, térmica ou mecânica, por exemplo, em uma propriedade rural. De acordo com

²⁵ Holanda, A. *Biodiesel e inclusão social* – Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004. 200 p, apud COSTA, F.C.; HOESCHL, H.C. Gestão do conhecimento na cadeia produtiva de Biodiesel. In: Congresso da rede brasileira de tecnologia de biodiesel, 1., 2006, Brasília. *Anais...* Brasília: MCT/ABIPTI, 2006. p.30-34.

Costa (2006), o biogás é visto como um estímulo à regulação de lixões, aterros sanitários, estações de tratamento de esgoto e também uma forma de aproveitar os rejeitos do campo produzidos pela agroindústria. Para o autor alguns biodigestores instalados no meio rural no Brasil são utilizados para saneamento rural ao produzir biogás e fertilizantes.

2.4 A Participação do Biocombustível na Matriz Energética Brasileira

2 O Brasil apresenta um diferencial, como já foi mencionado, em relação aos demais países na questão de energia renovável, pois a sua matriz de energia elétrica está baseada fortemente na energia hidrelétrica. É possível verificar, na Figura 9, a participação de fonte de energia renovável ao considerar a soma da fonte hidráulica com os biocombustíveis, provenientes da biomassa, cuja participação tende a aumentar, segundo projeções realizadas, com a redução da fonte de energia hidrelétrica.

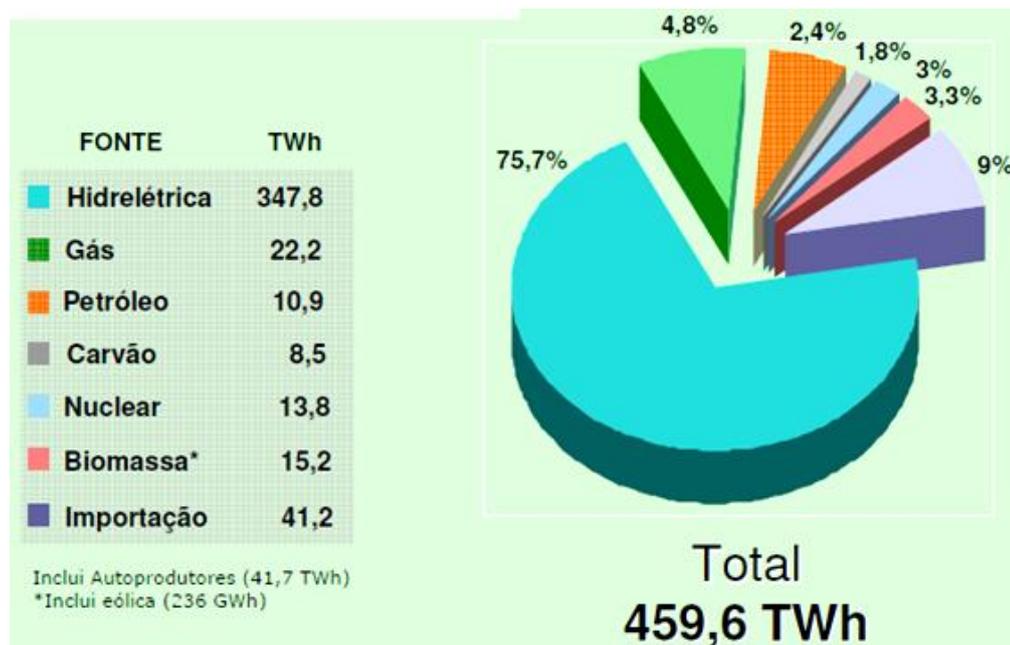


Fonte: Adaptado de PNE 2030 (BRASIL, 2008)

Figura 9 - Matriz de energia elétrica: uma projeção para 2030 (MW instalado).

A participação do biocombustível na matriz energética é pequena, considerando que o modelo energético brasileiro aponta para 3,3 % de energia proveniente de biomassa, conforme gráfico da Figura 10.

A fonte energética proveniente da biomassa, como já fora mencionado, é considerada neutra em termos de produção de gás carbônico, pois esse é reabsorvido no ciclo de produção, no campo, pelas plantas, ou seja, pela cana-de-açúcar (matéria-prima no caso do álcool) e pelas oleaginosas (responsáveis para produção de biodiesel).

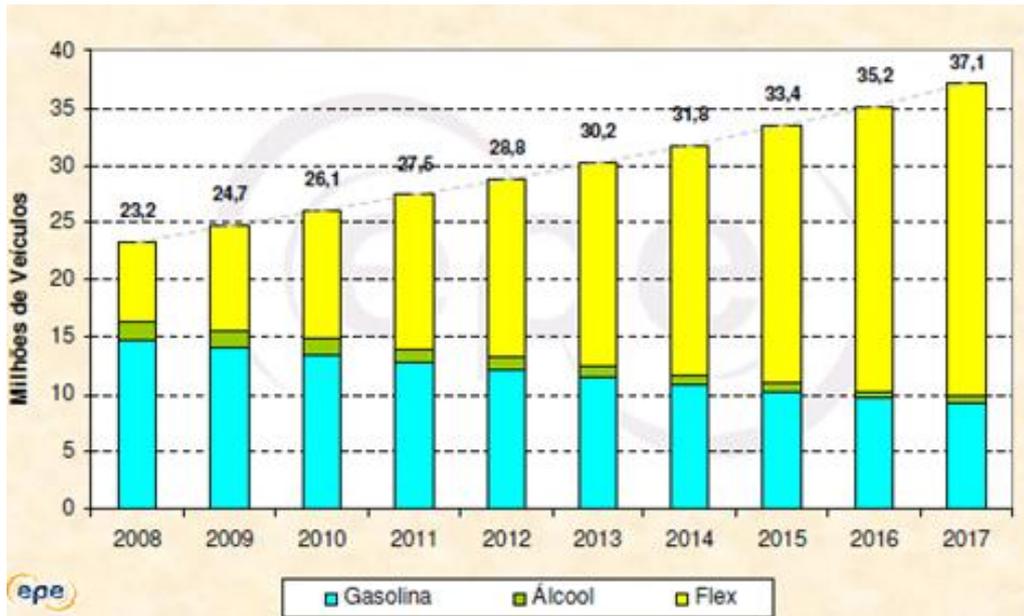


Fonte: Balanço Energético MME - 2006

Figura 10 – Porcentagem de combustíveis na matriz energética brasileira.

A produção de biocombustível tende a crescer de acordo com a projeção de crescimento da frota de veículos realizada pela EPE e demonstrada na Figura 11 (BRASIL, 2008).

O gráfico aponta uma tendência de aumento da frota de veículos modelo *flex*, substituindo os modelos que utilizam um único combustível, apontando uma redução do carro movido exclusivamente a gasolina e a álcool combustível.



Fonte: EPE (2008)

Figura 11 – Perfil da frota de veículos por combustível.

2.1 Considerações sobre a Matriz de Emissões de Gás de Efeito Estufa Relativas aos Biocombustíveis

Algumas considerações sobre as emissões decorrentes do consumo de energia serão tratadas nesse item, assim como essas se inserem no Programa Nacional de Mudanças Climáticas para o cumprimento das obrigações do Brasil assumidas no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) ou, simplesmente, Convenção Quadro da ONU. O Brasil participa da Convenção por meio do inventário brasileiro de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa.

2.1.1 Cenário das emissões de gases de efeito estufa

A Convenção Quadro da ONU foi um tratado internacional criado durante a Cúpula da Terra ou ECO-92, na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro, em 1992 (ALMEIDA, 2005). O autor cita que 154 países assinaram o acordo, o qual foi o primeiro a versar sobre as alterações do clima e teve como objetivo estabelecer ações e

metas para a redução na emissão de poluentes a fim de estabilizar a concentração de GEE na atmosfera. Porém o tratado não fixou limites obrigatórios para as emissões de GEE, o que veio a ocorrer mais tarde com a realização, em 1997, do Protocolo de Kyoto, em que vários países firmaram o compromisso de reduzir a emissão de gases de efeito estufa, estabelecendo metas a serem cumpridas até o ano de 2012, e meios para seu cumprimento. O Brasil participou da assinatura e ratificou o compromisso em 2002. O protocolo entrou em vigor após ser ratificado por 55% dos países que, juntos, respondem pela emissão de 55% dos GEE e isso foi possível a partir de fevereiro de 2005.

A Convenção da ONU representa a primeira iniciativa de tentar conter a alteração do clima dando sustentação aos esforços conjuntos de todos os países para a redução das emissões dos GEE (BIATO, 2004). A autora cita que esses gases são constituídos, principalmente, por dióxido de carbono (CO_2), gás metano (CH_4) e óxidos de nitrogênio (N_2O) e são fundamentais para manter o calor do planeta, porém o aumento das emissões que vem ocorrendo nos últimos anos está associado a alterações do clima com a previsão de um acréscimo de 1,5 a 4,5° C na temperatura do planeta nos próximos 100 anos. Em torno de 25% das emissões de CO_2 provocadas pela queima de combustíveis fósseis no planeta, segundo Dias *et al.* (2006), estão associadas ao setor de transporte, sendo os países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) os maiores responsáveis.

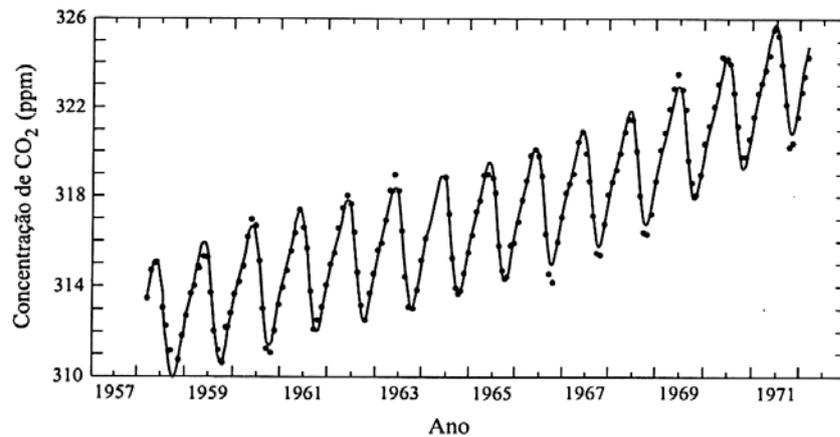
Goldemberg e Lucon (2007), ao tratarem da produção e consumo de energia, tanto no Brasil quanto no mundo, reforçam que os padrões de produção e de consumo de energia são, ainda, baseados nas fontes fósseis, colocando em risco o suprimento de longo prazo no planeta. Além disto, por serem altamente poluentes, são os principais causadores do efeito estufa.

Esses prognósticos foram ratificados pelos mais de 2000 cientistas que compõem o IPCC, criado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) com o intuito de obter informações confiáveis sobre o clima (BIATO, 2004). Após a divulgação do relatório, em 2007, muitos programas e projetos de intervenção para mitigar os efeitos ambientais nocivos sobre a natureza foram colocados em prática. No entanto, os

resultados são muito tímidos, pois segundo *World Energy Council* (2004) a realidade mostra um crescimento potencial dos problemas agravando mais a situação presente.

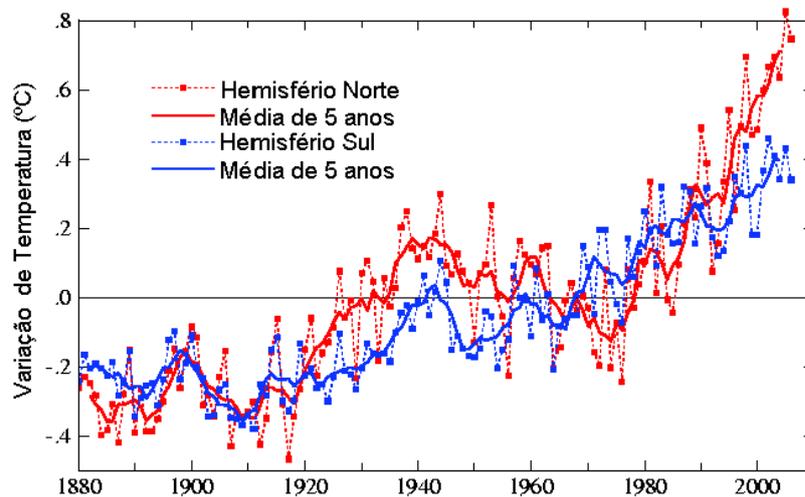
De acordo com a Figura 12, houve um crescimento da concentração de CO₂ na atmosfera do planeta, em partes por milhão (ppm), durante o período de 1959 a 1971.

Já a Figura 13 apresenta o crescimento das médias de temperatura registradas no período de 1880 a 2000.



Fonte: Goldemberg e Villanueva (2003)

Figura 12 – Concentração de CO₂ na atmosfera – Mauana Loa, Hawaii.

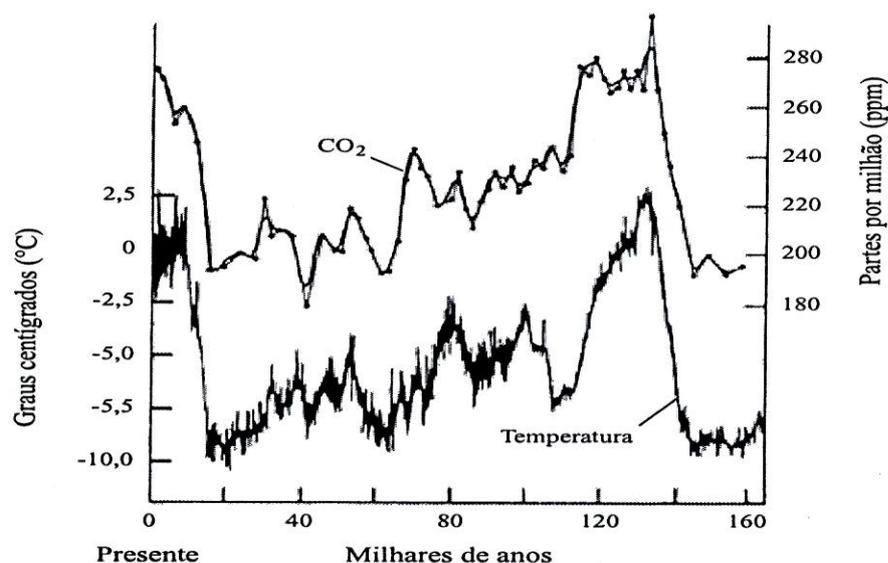


Fonte: NASA GISS (2006)²⁶

Figura 13 – Alterações das temperaturas médias nos hemisférios.

²⁶ NASA GISS. NASA Goddard Institute for Space Studies. 2006, apud MARCOCCIA, R. **A participação do etanol brasileiro em uma nova perspectiva na matriz energética mundial**. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007

Comparando as curvas das Figuras 12 e 13 é possível verificar que a temperatura acompanha as variações da concentração do gás como mostra a Figura 14. A concentração de CO₂ “foi medida de bolhas de ar contidas no solo da Antártida a várias profundidades, as quais correspondem às precipitações do solo e neve da época” (GOLDEMBERG e VILLANUEVA, 2003). Esses dados são apontados também por Henriques (2009) em tabelas e quadros da Convenção-Quadro da ONU. Segundo esse autor, fazendo uma análise por setor de atividade, a energia é responsável pela maior parcela de emissões de gases de efeito estufa, concentrando essa responsabilidade na área de produção e transformação de energia e nas atividades relativas ao transporte com o uso de veículos (HENRIQUES, 2009). De acordo com Dias *et al.* (2006) o setor de transportes é responsável por, aproximadamente, 30% do total da energia comercializada no mundo.



Fonte: Goldemberg e Villanueva (2003)

Figura 14 – Concentração de CO₂ e temperatura nos últimos 160 anos.

É de interesse apresentar um panorama sobre o aumento do gás dióxido de carbono atmosférico, principal gás do efeito estufa, pelo uso de combustíveis fósseis, em especial, no setor de transportes e a possibilidade de uma redução na taxa de emissões desse gás pela substituição de gasolina por etanol, do diesel pelo biodiesel e do óleo combustível pelo bagaço de cana-de-açúcar. Esse panorama foi feito por meio da análise do primeiro inventário de emissões de GEE realizado pelo Brasil em

atendimento à obrigação do Brasil como signatário da Convenção Quadro da ONU. Embora o país se destaque com vantagens sobre outros países ao apresentar em sua matriz energética grande vantagem comparativa, em termos de indicadores internacionais de emissão de CO₂ equivalente (CO₂e) (THOMÉ FILHO *et al.* 2009), o país não está isento da emissão desses gases. O primeiro inventário brasileiro faz um levantamento no período entre 1990 a 1994 e foi publicado em 2006. O segundo inventário foi realizado recentemente e o relatório está sendo preparado para ser divulgado no ano de 2011.

2.1.2 Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa

Uma das obrigações da Convenção-Quadro da ONU, como parte da Comunicação Nacional à CQNUMC, é a elaboração, atualização periódica e publicação de inventários nacionais de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa não controlados pelo protocolo de Montreal (substâncias que empobrecem a camada de ozônio), conforme descrição no artigo 4º da Convenção, reproduzido a seguir:

Todas as Partes, levando em conta suas responsabilidades comuns mas diferenciadas e suas prioridades de desenvolvimento, objetivos e circunstâncias específicos, nacionais e regionais, devem:

- a) Elaborar, atualizar periodicamente, publicar e por à disposição da Conferência das Partes, em conformidade com o Artigo 12, inventários nacionais de emissões antrópicas por fontes e das remoções por sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, empregando metodologias comparáveis a serem adotadas pela Conferência das Partes;
- b) Formular, implementar, publicar e atualizar regularmente programas nacionais e, conforme o caso, regionais, que incluam medidas para mitigar a mudança do clima, enfrentando as emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, bem como medidas para permitir adaptação adequada à mudança do clima;
- c) Promover e cooperar para o desenvolvimento, aplicação e difusão, inclusive transferência, de tecnologias, práticas e processos que controlem, reduzam ou previnam as emissões antrópicas de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal em todos os setores pertinentes, inclusive nos setores de energia, transportes, indústria, agricultura, silvicultura e administração de resíduos (BRASIL, 1992).

O Brasil participa da CQNUMC, apresentando as quantidades de emissões de gases de efeito estufa dos setores mais responsáveis por essas emissões em território

nacional. A Comunicação Nacional do Brasil contempla dois capítulos principais: (i) inventário de emissões dos principais gases de efeito estufa nos setores energético, industrial, uso da terra e desmatamento, agropecuária e tratamento de resíduos, e (ii) apresentação das providências tomadas ou previstas para implementar a Convenção no País.

As emissões estimadas pelo Inventário foram referentes aos gases: dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O) e compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOC) (BRASIL, 2006).

Esse inventário resultou em vários relatórios de referência, publicados em 2006, organizados segundo a estrutura do IPCC, e que informam as emissões dos seguintes setores:

- **Energia:** o inventário trata de todas as emissões antrópicas devidas à produção, à transformação e ao consumo de energia. Nesse item são levantadas as emissões resultantes da queima de combustíveis e as emissões resultantes de fugas na cadeia de produção, transformação, distribuição e consumo de energia. Segundo o IPCC as pesquisas sobre emissões de GEE provenientes de queima de combustíveis fósseis representam a maior parte das emissões. No caso da queima desses combustíveis é considerada, principalmente, a emissão de CO_2 , resultado da reação entre o carbono dos combustíveis durante a queima, seja para geração de outras formas de energia, como eletricidade, seja no consumo final. Não são contabilizadas as emissões de combustíveis renováveis ou da biomassa como lenha, carvão vegetal e álcool. Em relação a emissões fugitivas são consideradas as emissões de GEE durante o processo de mineração, estocagem, processamento e transporte de carvão mineral e durante o processo de extração, transporte e processamento de petróleo e gás natural. Os relatórios, nesse setor, fazem referência aos seguintes estudos: (i) emissões de dióxido de carbono por queima de combustíveis; (ii) emissões de gases de efeito por queima de combustíveis; (iii) emissões de GEE no setor energético por fontes móveis; (iv) emissões fugitivas da mineração e do tratamento de carvão mineral; (v) o ciclo de cana-de-açúcar e reduções adicionais nas emissões de

CO₂ através do uso como combustível da palha da cana; e (vi) e emissões de GEE na distribuição de gás natural (Brasil, 2006).

- Os setores de processos industriais contemplam as emissões antrópicas resultantes dos processos produtivos nas indústrias sem considerar a emissão da queima de combustíveis, pois essas foram consideradas no setor energia. Nesse item são considerados os setores de produtos minerais, as indústrias químicas, metalúrgicas, de papel e celulose, e de alimentos e bebidas.
- O setor agropecuário contribui para as emissões, principalmente, por meio do rebanho bovino que destaca o Brasil como o segundo maior produtor do mundo, pois a fermentação entérica desses animais ruminantes produz CH₄ durante a sua digestão. Outras atividades que contribuem são o manejo de dejetos de animais, o cultivo de arroz, a queima de resíduos agrícolas e a emissão de N₂O provenientes de solos agrícolas.
- O documento ainda discute as emissões decorrentes do uso da terra e florestas e do tratamento de resíduos.

Para a elaboração do relatório algumas dificuldades foram enfrentadas para a obtenção do Inventário brasileiro sobre emissões de GEE como:

- existência de poucos especialistas na temática aquecimento global no Brasil;
- falta de conhecimento sobre as obrigações brasileiras no âmbito da Convenção;
- falta de recursos para estudos mais abrangentes;
- dúvidas sobre os benefícios que adviriam para as instituições envolvidas nesse processo;
- outras prioridades do país que se referem ao atendimento de necessidades urgentes, nas áreas social e econômica, tais como a erradicação da pobreza, a melhoria das condições de saúde, o combate à fome, a garantia de condições dignas de moradia, entre outras;
- custo relativamente alto da medição, quando comparado a qualquer melhoria da precisão da estimativa ou alto custo para obtenção e armazenamento de dados;
- pouca preocupação institucional com a organização ou fornecimento de informação, principalmente em nível local;

- carência de legislação que obrigue as empresas a fornecer informações, em especial no que diz respeito às emissões de GEE.

A responsabilidade da elaboração da Comunicação Nacional é do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) que coordena a implementação da Convenção no Brasil, em cuja elaboração participa mais de 700 especialistas e cerca de 150 entidades governamentais e não governamentais. Dentre os participantes estão: ministérios, institutos, universidades, centros de pesquisa e entidades setoriais da indústria. O MCT trabalha para submeter a Segunda Comunicação Nacional à Convenção do Clima que tem como data limite, de acordo com a Decisão 8CP.11 da Convenção, o dia 31 de março de 2011 (BRASIL, 2009).

2.1.3 Relatório de referência relativo ao setor de energia

A avaliação anual dos GEE emitidos por cada país se torna importante para dimensionar o problema e, assim, fazer um prognóstico sobre o futuro; porém a responsabilidade de cada país não pode ser feita baseada nesses dados e sim no levantamento das emissões históricas dos países e é esse quadro que retratará a responsabilidade de cada país. Nesse caso existe um consenso dos especialistas de que a responsabilidade pelo aumento de temperatura do planeta recai para os países desenvolvidos que iniciaram suas atividades, em especial, após a Revolução Industrial (BRASIL, 2006).

Segundo os documentos oficiais (BRASIL, 2006), o relatório é composto de duas partes, sendo que na primeira são calculadas e analisadas as emissões setoriais de CO₂ e, na segunda, são calculadas e analisadas as emissões setoriais dos outros gases de efeito estufa.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do relatório foi baseada nas diretrizes revisadas em 1996 do IPCC que, segundo o MCT, representam as estimativas das emissões de CO₂ da queima de combustíveis para o período de 1990 a 1994. Esse foi o período estudado e analisado pelo primeiro inventário brasileiro de emissões de carbono, o qual foi realizado em 2004 e publicado em 2006. O segundo inventário que engloba o período de 1990 a 2000 será concluído em 2011.

Com recursos financeiros concedidos pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento / Fundo Global para o Meio Ambiente (PNUD/GEF) e a participação de especialistas, já mencionados, o Inventário brasileiro foi possível de ser elaborado com o apoio adicional do governo norte-americano, sob a coordenação do Ministério da Ciência e Tecnologia.

A metodologia utilizada foi a seguida pelo IPCC e adotada pela Convenção, reconhecida pelos especialistas brasileiros como sendo pouco adequada ao modelo estrutural do Brasil, por ter sido baseada nos países desenvolvidos e não tratar em profundidade alguns setores como o uso da terra e florestas, itens que foram considerados pelo inventário brasileiro. Segundo o relatório do MCT alguns fatores relacionados à emissão e à metodologia devem ser analisados com cautela por não refletirem a realidade nacional.

Segundo dados do MME e levantamento dos seminários da EPE, o setor de transporte representa 61% do consumo de combustíveis líquidos no Brasil. Segundo o relatório a modelagem escolhida para o cálculo das emissões de gases de efeito estufa da frota nacional apresenta algumas imperfeições, pois não é possível verificar todas as variáveis.

Para os veículos leves foi considerado, apenas, a frota nacional circulante, a distância média percorrida e os fatores de emissão. Essas três variáveis foram desagregadas segundo o tipo de combustível (álcool ou gasolina), o tipo de veículo (automóvel ou comercial leve) e o ano de fabricação. A frota brasileira de veículos leves foi estimada, para o ano de 1994, em 11,745 milhões de veículos, dos quais 35% eram movidos a álcool etílico. No relatório foram consideradas apenas as emissões de exaustão (gases e partículas do tubo de escapamento) e as emissões evaporativas (vapores do sistema de alimentação, de gases e vapores pelo respiro).

A Tabela 3 apresenta as emissões de gases da frota brasileira de veículos leves no ano de 1994, em quilograma (kg), e a variação dessa emissão entre o período de 1990 a 1994 da frota, em que se verificou um aumento de 14% no total de veículos. Esses dados poderão sofrer alterações com a publicação do relatório, resultado do segundo inventário brasileiro e que será divulgado em 2011.

Tabela 3 – Emissão de gases da frota de veículos leves no ano de 1994.

| Gás | CO ₂ | CO | CH ₄ | NO _x | N ₂ O | NMVOC |
|--|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Quantidade (kg) | 21,94 x 10 ⁹ | 4,61x 10 ⁹ | 5,7 x 10 ⁶ | 237 x 10 ⁶ | 1,04 x 10 ⁶ | 861 x 10 ⁶ |
| Entre 1990-1994 (aumento de 14% da frota) | + 44% | - 19% | - 16% | + 6% | + 28% | - 21% |

Fonte: BRASIL, 2006

Para o cálculo da emissão foram considerados dois itens:

- Média ponderada dos fatores de emissão de cada veículo para um determinado ano.
- Cálculo estequiométrico (relação quantitativa das substâncias envolvidas) para os fatores de emissão de CO₂.

A introdução de álcool hidratado como combustível ou anidro na mistura da gasolina nacional contribuiu para a redução das emissões líquidas de CO₂, determinada pela estimativa das emissões evitadas, computada considerando-se o uso de etanol pela frota brasileira de veículos leves.

O relatório sobre o primeiro inventário brasileiro de emissões de gases de efeito estufa levantou que as emissões evitadas pelo consumo de etanol foram de, aproximadamente, 72 000 x 10⁶ kg de CO₂ no período de 1990 a 1994. As emissões evitadas, segundo o relatório, são definidas como a diferença entre as emissões provenientes de uma situação hipotética, na qual a frota de veículos estaria utilizando apenas gasolina e outra correspondente com a frota consumindo uma mistura de gasolina com álcool anidro e outra com o consumo apenas com álcool hidratado.

A Tabela 4 apresenta um panorama das emissões hipotéticas dos GEE no período de 1990 a 1994, assim como as emissões reais e as evitadas pela presença da frota de veículos consumindo apenas álcool hidratado e a que utiliza a mistura de álcool anidro na gasolina.

Tabela 4 - Emissões evitadas pela adição de etanol na gasolina ou como combustível

| Emissões Hipotéticas - (10 ⁶ kg) | | | | | | |
|---|-----------------|-------|-----------------|-----------------|------------------|-------|
| Ano | CO ₂ | CO | CH ₄ | NO _x | N ₂ O | NMVOG |
| 1990 | 28.506 | 6.310 | 7,4 | 224 | 0,82 | 1.325 |
| 1991 | 30.970 | 6.306 | 7,4 | 263 | 0,88 | 1.312 |
| 1992 | 31.433 | 5.726 | 6,8 | 253 | 0,89 | 1.179 |
| 1993 | 33.878 | 5.353 | 6,4 | 250 | 0,95 | 1.095 |
| 1994 | 37.845 | 5.128 | 6,1 | 256 | 1,04 | 1.034 |
| Emissões Reais - (10 ⁶ kg) | | | | | | |
| Ano | CO ₂ | CO | CH ₄ | NOX | N ₂ O | NMVOG |
| 1990 | 15.258 | 5.665 | 6,8 | 222 | 0,82 | 1.095 |
| 1991 | 16.907 | 5.657 | 6,9 | 240 | 0,88 | 1.083 |
| 1992 | 17.590 | 5.164 | 6,3 | 233 | 0,89 | 982 |
| 1993 | 19.235 | 4.813 | 5,9 | 231 | 0,95 | 909 |
| 1994 | 21.940 | 4.610 | 5,7 | 237 | 1,04 | 861 |
| Emissões Evitadas - (10 ⁶ kg) | | | | | | |
| Ano | CO ₂ | CO | CH ₄ | NOX | N ₂ O | NMVOG |
| 1990 | 13.248 | 645 | 0,55 | 22 | 0 | 229 |
| 1991 | 14.063 | 649 | 0,55 | 22 | 0 | 229 |
| 1992 | 13.843 | 562 | 0,47 | 20 | 0 | 197 |
| 1993 | 14.643 | 540 | 0,43 | 20 | 0 | 185 |
| 1994 | 15.905 | 517 | 0,39 | 19 | 0 | 174 |
| Redução Percentual - (10 ⁶ kg) | | | | | | |
| Ano | CO ₂ | CO | CH ₄ | NOX | N ₂ O | NMVOG |
| 1990 | 46 | 10 | 7,5 | 9,0 | 0 | 17 |
| 1991 | 45 | 10 | 7,4 | 8,5 | 0 | 17 |
| 1992 | 44 | 10 | 6,8 | 7,9 | 0 | 17 |
| 1993 | 43 | 10 | 6,7 | 7,8 | 0 | 17 |
| 1994 | 42 | 10 | 6,4 | 7,5 | 0 | 17 |

Fonte: BRASIL, 2006

Para os veículos pesados o estudo foi realizado para levantar a estimativa de emissões causadoras de efeito estufa provenientes da queima de diesel, também no período de 1990 e 1994. Segundo o relatório a frota brasileira de veículos pesados foi estimada, para o ano de 1994, em 1,497 milhões de veículos, dos quais 60% eram caminhões, 28%, veículos leves, e 13%, ônibus (BRASIL, 2006). Os dados levantados pelo relatório foram estimados a partir dos dados disponíveis sobre vendas e importações de veículos.

Ao considerar a frota dos veículos pesados estimados pelo inventário, o relatório divulgou, para o ano de 1994, as emissões apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Emissão dos veículos pesados para o ano de 1994.

| Gás | CO ₂ | CO | CH ₄ | NO _x | N ₂ O | NMVOC |
|------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Quantidade (kg) | 58,21 x 10 ⁹ | 1,27 x 10 ⁹ | 3,8 x 10 ⁶ | 1,64 x 10 ⁹ | 0,454 x 10 ⁶ | 316 x 10 ⁶ |

Fonte: BRASIL, 2006

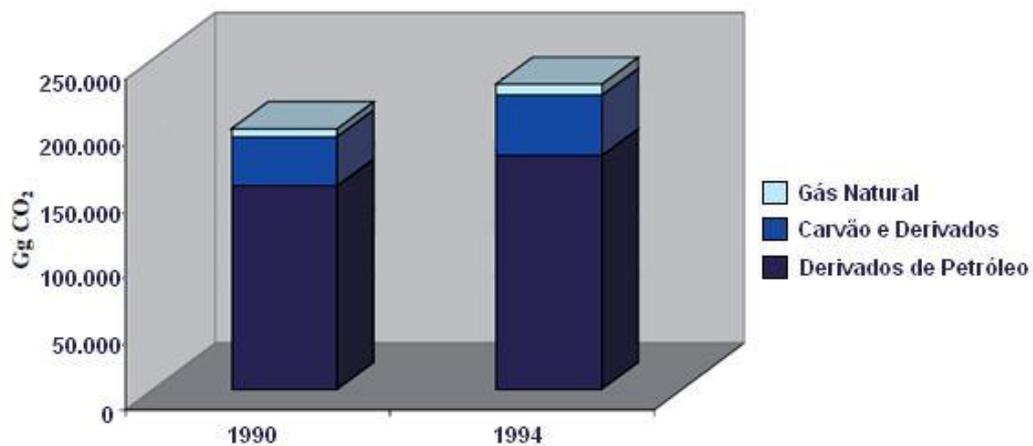
Para o período de 1990 a 1994 a Tabela 6 expõe as emissões de gases de efeito estufa produzidos pela frota diesel.

Tabela 6 – Emissões de veículos a diesel

| Ano | Consumo 10 ⁹ litro | Emissões (10 ⁶ Kg) | | | | | |
|------|-------------------------------|-------------------------------|-------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|
| | | CO ₂ | CO | CH ₄ | NO _x | N ₂ O | NMVO _C |
| 1990 | 18,3 | 51.127 | 1.121 | 3,33 | 1.441 | 0,399 | 278 |
| 1991 | 19,0 | 53.322 | 1.170 | 3,47 | 1.503 | 0,416 | 290 |
| 1992 | 19,4 | 54.276 | 1.191 | 3,53 | 1.530 | 0,424 | 295 |
| 1993 | 19,9 | 55.695 | 1.222 | 3,62 | 1.570 | 0,435 | 303 |
| 1994 | 20,8 | 58.207 | 1.276 | 3,79 | 1.640 | 0,454 | 316 |

Fonte: BRASIL, 2006

A Figura 15, apresenta as emissões de GEE pela queima de combustíveis fósseis, por combustível nos anos de 1990 e 1994. Os resultados demonstram que a adição de etanol na mistura com gasolina e a utilização em substituição a esse combustível reduzem a emissão de GEE.



Fonte: Brasil, 2006

Figura 15 - Emissões de CO₂ pela queima de combustíveis fósseis.

3 EDUCAÇÃO BÁSICA E O DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEL

A estratégia de ensino por meio de projetos tem sido adotada por professores, pois permite ao educando desenvolver conteúdos procedimentais e comportamentais, além de construir o conhecimento ao exercitar o raciocínio e trabalhar a argumentação, envolvendo o aluno em atividade de pesquisa que, Thiollent (2009), exige buscar e comparar informações, articular conceitos, avaliar e discutir resultados entre outros. Esse capítulo discute o processo educativo que permeia essa formação.

3.1 Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental e Médio

Os PCNs, ao discutir o papel da educação na sociedade tecnológica, indicam que os aspectos antes considerados importantes como disciplina e obediência, condições até então necessárias para a inclusão social, via profissionalização, perderam a relevância, diante das novas exigências colocadas pelo desenvolvimento tecnológico e social.

Considerando a nova sociedade decorrente da revolução tecnológica e seus desdobramentos na produção e na área da informação, o que se deseja é que os estudantes desenvolvam competências básicas (cognitivas e culturais), tendo em vista que a educação além de cumprir um triplo papel: econômico, científico e cultural, deve ser estruturada em quatro alicerces, ou seja, aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser (BRASIL, 1996), alicerces esses expressos no Relatório para a UNESCO²⁷ da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. O ensino formal, segundo o relatório, deve dar o mesmo tratamento aos quatro pilares, embora admita que a educação orienta-se, essencialmente, ou exclusivamente, para o aprender a conhecer (domínio dos próprios instrumentos do conhecimento) e, em menor escala, para o aprender a fazer (desenvolvimento de habilidades). O aprender a viver (desenvolver a gestão inteligente dos conflitos inevitáveis de modo a

²⁷ United Nations educational, Scientific and Cultural Organization (do original)

permitir a realização de projetos comuns) e o aprender a ser (preparação do indivíduo para elaborar pensamentos autônomos e críticos) decorrem, assim, das duas aprendizagens anteriores.

O projeto de reforma do ensino médio proposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), procurando melhorar os índices de escolarização e o nível de conhecimento do jovem brasileiro dá ênfase à formação geral, em oposição à formação específica, propondo o desenvolvimento de algumas capacidades como: “de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização”. Portanto, a proposta citada na Lei nº 9.394/96 que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) é para a construção de competências básicas, alterando o cerne central proposto na Lei nº 5.692/71 que estabelecia, para o Ensino Médio, a preparação para o prosseguimento de estudo e habilitação para o exercício de uma profissão técnica (BRASIL, 2000).

A proposta da LDBEN cita a formação do indivíduo, de forma a desenvolver princípios, valores e competências necessárias “à integração de seu projeto individual ao projeto da sociedade em que se situa”, assim como para o seu aprimoramento profissional de forma que possa acompanhar a evolução de mudança da sociedade, entre outros (Brasil, 2000).

Segundo Valente (2002) o termo competência não tem uma definição única para os que estudam e seguem a sua filosofia. A autora identificou dois eixos interpretativos/conceituais, um dos eixos cita o termo como uma ação que envolve uma série de atributos, entre eles, conhecimento, habilidades e aptidão e, nesse caso, as habilidades fazem parte das competências. A presente pesquisa buscou seguir este eixo. A outra linha dá aos termos competência e habilidade conceitos distintos como os que se apresentam nos documentos do SAEB²⁸ e o SARESP²⁹ (VALENTE, 2002). De acordo com esses documentos, competências cognitivas são modalidades estruturais da inteligência e divididas em esquemas representativos relativos à ação de

²⁸ Sistema de Avaliação de Educação Básica (SAEB) e que tem a finalidade de produzir informações a respeito da realidade educacional brasileira.

²⁹ Sistema de Avaliação de Rendimento escolar do Estado de São Paulo (SARESP).

observar, procedimentais relacionados à ação do realizar e operatórios que reúne a ação de compreender associada a ações mais complexas como analisar, avaliar, criticar, entre outros (SÃO PAULO, 2008). As habilidades, segundo esses documentos, possibilitam inferir o nível em que os alunos dominam as competências cognitivas mencionadas.

Destacando alguns significados de competência pelo dicionário Houaiss pode-se encontrar: é a “soma de conhecimentos ou de habilidades” ou é a “capacidade objetiva de um indivíduo para resolver problemas, realizar atos definidos e circunscritos”.

Discutindo a reforma curricular ou o currículo organizado por competências, Perrenoud (2002) reforça que os saberes não substituem as competências, pois constituem os fundamentos das mesmas. Segundo esse autor, competência é uma aptidão para dominar um conjunto de situações e de processos complexos, agindo com discernimento. O autor defende que o método das competências considera que os saberes são ferramentas para a ação e vincular os saberes à ação e ao trabalho está no núcleo da existência individual e coletiva. Seguindo essa linha de pensamento, os PCN defendem que, na perspectiva da Lei 9.394/96 (BRASIL, 1996), o Ensino Médio, como parte da educação escolar, “deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social”. Segundo o Art.1º § 2º da Lei, essa vinculação é norma e, portanto, deve-se tornar presente em toda a prática educativa escolar, propiciando a formação geral do educando por meio da construção de competências que se manifestarão em habilidades básicas, técnicas ou de gestão. Essas competências, necessárias para o exercício da cidadania num contexto democrático, são aquelas que devem estar presentes na esfera social, cultural, nas atividades políticas e sociais como um todo. O documento se refere a elas como:

Da capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento (BRASIL, 1996).

Os PCN elegem, portanto dois princípios para pautar o ensino com essas finalidades, ou seja, a contextualização na busca de dar significado ao conhecimento trabalhado e a interdisciplinaridade para evitar a compartimentalização. O documento

afirma que o princípio da interdisciplinaridade se dá por meio da prática escolar e deve ser compreendida a partir de uma abordagem relacional buscando um diálogo entre as disciplinas no qual são estabelecidas interconexões e passagens entre os conhecimentos, conexão essa possível de ser desenvolvida com o tema biocombustíveis.

3.1.1 Contextualização e interdisciplinaridade

As orientações complementares dos PCN e as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, os PCN+, citam que para compreender a energia em seu uso social, as considerações tecnológicas e econômicas não se limitam a uma ou outra disciplina e sim é necessário trabalhar o tema de forma interdisciplinar (BRASIL, 2002). Dentro desse contexto alguns autores citam que a interdisciplinaridade permite integrar e articular o conhecimento e/ou globalizá-lo (BRASIL, 2000; MORIN, 2002; AUGUSTO *et al.*, 2004).

Portanto, considerando a necessidade de transpor a abordagem disciplinar tradicionalmente fragmentada, Augusto *et al.* (2004) defendem a interdisciplinaridade como processo que procura engajar professores numa prática conjunta, embora reconheça que essa forma de trabalho integrando disciplinas seja ainda muito incipiente. Interdisciplinaridade é, segundo Lück (1994), uma forma de alcançar uma visão global de mundo, pautada na relação entre o todo e as partes. Esse processo é possível desde que se pense no currículo com o foco na integração e articulação dos conhecimentos superando a organização por disciplinas estanques, e sim utilizando os conhecimentos de várias delas para resolver um problema (BRASIL, 2000).

A contextualização dos conhecimentos, segundo os parâmetros, deve ocorrer de modo a propiciar situações de aprendizagem significativas que permitam ao aluno estabelecer uma relação de reciprocidade entre ele e o objeto do conhecimento. Para tanto, elege o trabalho e a cidadania como contextos valorizados. Assim a indicação dos PCN é abordar o tema energia dentro de um contexto social e produtivo, envolvendo a produção e utilização de energia nos diferentes setores. Segundo o documento dos PCN:

É preciso investigar e compreender, além das contas domésticas de luz ou de gás, também a matriz energética que relaciona os setores sociais que demandam energia, como indústria, comércio, transporte ou residências, com as diferentes fontes de oferta, como petróleo, gás natural, hidreletricidade, termoeletricidade, carvão mineral ou vegetal (Brasil, 2002).

De acordo com Newborough e Probert (1994) a temática energia não deveria ser um conteúdo trabalhado apenas nas disciplinas de física e sim em várias outras relacionadas às áreas sociais e humanas, uma vez que seu conteúdo está ligado aos setores da economia, gestão, geografia, história e sociologia. Além do contexto citado é preciso levar o aluno a perceber os impactos ambientais e os custos financeiros e sociais das distintas opções energéticas.

As diretrizes citadas para o novo perfil definido ao Ensino Médio, têm como base, além de outras questões, o problema da defasagem entre a preparação oferecida pelas escolas, tanto do ensino médio quanto da formação técnica, e a atuação desse jovem na sociedade e na vida profissional. Uma pesquisa sobre "Mercado de Trabalho para o Engenheiro e Tecnólogo no Brasil", divulgada pelo Sistema Indústria em parceria com o Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA, 2008), aponta alguns aspectos importantes que se buscam no profissional engenheiro, destacados pelas empresas, aspectos estes cujos desenvolvimentos deveriam acontecer na escola como: habilidades para trabalhar em equipe, capacidade de absorver novos conhecimentos, aptidão para desenvolver soluções originais e criativas, espírito de pesquisa, entre outros.

A formação do perfil citado, não só para a área da engenharia, mas para outras áreas profissionais, deve iniciar na educação básica, com atividades em sala de aula que possam remeter o estudante a investigar, associar, mobilizar recursos e saberes, analisar situações, buscar soluções e tomar decisões, colocando esses recursos cognitivos em sinergia no momento certo com discernimento, condições essas consideradas competências pessoais e específicas importantes (PERRENOUD, 1999; PERRENOUD, 2001; MACEDO, 2005).

Ao acompanhar o desenvolvimento de projetos de aprendizagem, nas unidades de ensino, sob a orientação de professores foi possível verificar que o educador quando descreve o trabalho com essa estratégia, cita o tema desenvolvido, algumas ações desenvolvidas pelos estudantes e o produto final que pode ser uma apresentação oral,

exposições, produção de maquetes, teatro entre outros. No relato da maioria desses docentes, não é destacado, por exemplo, como gerenciou o processo, o impacto desse trabalho na vida do aluno relacionado ao desenvolvimento de habilidades-chave e ao de conhecimentos agregados e previstos inicialmente no projeto. É difícil, também, destacar no processo a evolução do estudante em termos de valores como hábitos mentais ou conteúdos atitudinais durante o desenvolvimento do projeto, que pode caracterizar a formação do estudante, em termos de competências básicas e pessoais. Essa dificuldade de planejamento, direcionado ao acompanhamento do processo de ensino-aprendizagem quando se utiliza a estratégia de projetos, pode ser consequência da formação acadêmica do professor que não lhe propiciou essa prática ou porque não teve oportunidade de vivenciar a prática fora dos muros da escola.

3.1.2 Desenvolvimento de competências relativas ao tema energia

Para o tema energia os PCN mencionam o estudo do calor, temperatura e processos que envolvem troca de calor, possibilitando o trabalho com fontes de energia, medidas de temperatura, processos e propriedades térmicas de diferentes materiais. Esses conteúdos remetem o aluno a identificar fenômenos, substâncias e materiais envolvidos em processos térmicos, avaliando os elementos que propiciam conforto térmico através da escolha adequada de materiais. É também possível verificar o tipo de iluminação e ventilação, além de avaliar cientificamente hipóteses sobre o aquecimento global e suas consequências ambientais e sociais.

Outra competência relativa ao tema energia que pode ser desenvolvida é aprofundar a questão da “produção” e utilização de diferentes formas de energia na sociedade. Isso permite ao aluno identificar e estimar os problemas relativos aos recursos e fontes de energia no mundo contemporâneo, avaliando necessidades e impactos ambientais.

É possível ainda desenvolver competências para compreender as variações climáticas e ambientais como efeito estufa, alterações na camada de ozônio e inversão térmica, fornecendo, assim, elementos para ter ideia acerca da intervenção da atividade humana sobre essas variações (Brasil, 2002).

Algumas competências desenvolvidas no estudo do tema energia e citadas no documento:

- Identificar formas, fontes e transformações de energia associadas aos movimentos reais, discutindo conversão de energia potencial em energia cinética, energia mecânica e sua identificação em movimentos reais e avaliando, quando pertinente, o trabalho envolvido e o calor dissipado.
- Identificar as diferentes fontes de energia (lenha e outros combustíveis, energia solar entre outros) e processos de transformação presentes na produção de energia para uso social.
- Identificar e avaliar os diferentes sistemas de produção de energia elétrica, os processos de transformação envolvidos e seus respectivos impactos ambientais, visando às escolhas ou análises de balanços energéticos.
- Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo e seus impactos na vida social e no desenvolvimento econômico por meio de estudo e discussão sobre a evolução da produção, uso e consumo de energia.
- Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário.
- Identificar também formas de dissipação de energia e as limitações quanto aos tipos de transformações possíveis impostas pela existência, na natureza, de processos irreversíveis discutindo a Segunda Lei da Termodinâmica ou a grandeza denominada Entropia que, de acordo com Rudolf Clausius (1822-1888), refere-se ao grau de desordem de um sistema (MONTEIRO *et al.*, 2009).

3.2 Ensino por Meio da Estratégia de Projetos

A capacidade de realizar projetos é característica do ser humano; em toda sua existência o homem se utiliza desse meio para construir, realizar, mudar, criar ou inovar algo para si, atendendo os seus anseios e desejos. Para isso elabora e organiza um plano de ações, traça metas para atingir o objetivo do seu desejo, mesmo sabendo

que tudo é passível de algum risco. Elaborar projeto ou projetar, portanto, é o mesmo que elaborar um plano para realizar uma determinada ideia. De acordo com o dicionário Houaiss (2001), projetar é atirar(-se) a distância, arremessar(-se), lançar(-se), significado semelhante mencionado por Machado (2000) que qualifica o projeto como uma antecipação, uma referência ao futuro e abertura para o novo.

Hernández (1998) ressalta que o ensino por projetos pressupõe uma sequência de passos como: (i) parte-se de um problema negociado com os alunos; (ii) os estudantes se envolvem com o processo de pesquisa, possibilitando aos estudantes ir além dos limites escolares; (iii) partem para busca e a seleção de fontes de informação, propiciando contato com diversas fontes e documentos pertinentes à obtenção de informações desejadas; (iv) discutem e estudam os critérios de ordenação e de interpretação dos dados levantados, ao realizar atividades práticas; (v) examinam as dúvidas e perguntas que surgem ao estabelecer contato com outros ambientes e pessoas; (vi) estabelecem relações com outros problemas; (vii) trabalham a elaboração do conhecimento aplicado; (viii) avaliam o seu desempenho e o que aprenderam; (ix) fazem conexão com um novo problema.

Ventura (2002) esclarece que, ao desenvolver o projeto, um grupo de alunos (atores) parte de um conjunto de informações e de conhecimentos, convergentes ou conflitantes, possibilitando os meios para a ação, para uma relação de troca ou para encontrar soluções complementares ou desenvolver uma obra nova ou um produto novo. Vários autores, ao discutir a estratégia de projetos, citam que o processo possibilita aproximar teoria da prática, favorecendo a contextualização e a flexibilidade dos conteúdos curriculares. Outra possibilidade é atizar a curiosidade dos alunos e, nesse sentido propiciar diferentes mecanismos de trabalhar o processo de ensino e aprendizagem (HERNÁNDEZ E VENTURA, 1998; MARTINS, 2002; NOGUEIRA, 2002; ARAÚJO, 2008; VASCONCELOS, 2009).

Esta estratégia de ensino criou nas escolas a idéia de um método capaz de resolver todos os problemas de ensino e de aprendizagem. Porém, essa crença não reflete exatamente essa forma de trabalho, pois o educador ao se identificar com um ou alguns dos aspectos citados por Hernández (1998) acredita estar trabalhando com projetos.

No relato da maioria desses docentes, não há detalhes, por exemplo, sobre:

- a forma como gerenciou o processo, fundamental para monitorar o aprendizado dos alunos durante o andamento do projeto e visível para o docente quando segue os passos mencionados por Hernández (1998);
- a avaliação que, em muitos casos, se limita ao produto final, na ausência de um trabalho que permita ao professor e ao aluno acompanhar a evolução de aprendizagem, defendida por Markham *et al.* (2008) como processo que dá oportunidade ao aluno para discutir, analisar e refletir sobre suas experiências como aprendiz, dando a ele mais chances de reter e usar suas habilidades e seus conhecimentos;
- o impacto desse trabalho na vida do aluno com relação ao desenvolvimento de competências/habilidades básicas e evolução do estudante em termos de hábitos mentais ou conteúdos procedimentais desenvolvidos. Esses conteúdos são destacados por Nogueira (2002), em que se assinala que o projeto pode propiciar diferentes mecanismos de trabalhar o processo de formação, não só na área cognitiva, mas também na motora, assim como nas áreas afetiva, social e emocional, ou seja, a formação integral do aluno (MARTINS, 2002).
- os conhecimentos previstos e desenvolvidos por meio do projeto, considerando que uma das vantagens de se trabalhar com essa estratégia é a possibilidade de provocar a curiosidade dos alunos, o que promove a apropriação de conteúdos previstos e não previstos (ARAÚJO, 2009).

O projeto, assim, propicia a formação de saberes, a mobilização destes e a tomada de decisão, vivenciando o processo de reflexão-sobre-a-ação que permite avaliar a prática como operação para melhorar o fazer e ser, em consequência, levando a formação do senso crítico (SCHÖN, 1983; LUCKESI, 1994; PERRENOUD, 1998).

3.3 Aprendizagem Baseada em Projetos

A aprendizagem baseada em projetos é uma proposta de ensino-aprendizagem que se concentra na concepção central e nos princípios de uma tarefa, envolvendo o aluno na investigação de soluções para os problemas e em outros objetivos

significativos, permitindo assim ao estudante trabalhar de forma autônoma na construção do seu próprio conhecimento (POZO, 1998; MARKHAM *et al.* 2008). Ensinar a resolver problemas é ressaltado por Pozo (1998) como colocar “supõe colocar a ênfase no ensino de procedimentos, embora sem perder de vista a importância dos conceitos e das atitudes para resolver problemas”, problemas esses que, ao serem solucionados exigem, segundo Echeverría e Pozo (1998), uma compreensão da atividade ou tarefa, a concepção de um plano que conduz à meta, a execução desse plano e, finalmente, uma análise que permite determinar o alcance ou não da meta. Assim, constitui a edificação de um projeto de aprendizagem.

No caso dos professores, esses deixam de ser uma personificação do conhecimento para se tornarem ativos no processo de ensino e aprendizagem, a partir da relação horizontal com o aluno, em um ambiente de ensino marcado pela análise, investigação, elaboração de estratégias, criatividade e resolução de problemas (BARBOSA *et al.* 2004). Segundo esses autores, o desenvolvimento de trabalho, por meio da estratégia de projetos, requer uma postura investigativa tanto de alunos quanto de professores. Para Oliveira (2006) o professor torna-se um pesquisador e passa a ser o orientador do interesse de seus alunos.

Alguns autores identificam a resolução de um problema como uma situação que exige um processo de reflexão ou tomada de decisões sobre a sequência de passos a serem seguidos, necessitando colocar em ação uma série ampla de habilidades e conhecimentos (POZO; ECHEVERRÍA e POZO 1998). Para Rubega e Toyohara (1999), a existência de um problema implica na tomada de consciência da situação (que exige a reflexão) e da necessidade de buscar uma solução com a tomada de decisão o que acarreta a ação (fundamentada na reflexão). A estratégia de projetos presume, portanto, estimular a formação dos alunos e professores pesquisadores. É, por conseguinte, fundamental um planejamento do trabalho docente na condução de projetos de aprendizagem discente (TOYOHARA *et al.*, 2010).

A metodologia proposta pelo BIE é a ABP focada em padrões, que devem refletir a ênfase dada atualmente ao desenvolvimento do conhecimento, domínio do conteúdo, ao desempenho e ao sucesso na aprendizagem (MARKHAM *et al.* 2008). Com vistas a proporcionar um guia sistemático para “formular e implementar projetos focados em

padrões”, o modelo do BIE comporta os cinco princípios de projetos, conforme a Figura 16, adaptado do BIE (MARKHAM *et al.* 2008).



Fonte: Adaptado de bie³⁰

Figura 16 – Recurso de planejamento do modelo BIE

a) *Comece com o fim em mente*: no qual se discute o escopo do projeto, as ideias principais ou o porquê desenvolver o projeto, definindo os objetivos principais como as competências ou habilidades-chave, os hábitos mentais ou os conteúdos atitudinais e/ou comportamentais, os padrões de conteúdos das disciplinas que fazem parte do projeto e o impacto que se espera dos resultados do projeto na vida do aluno ou na escola e/ou na comunidade.

b) *Formule a Questão Orientadora*: dado o tema e a situação-problema, este princípio envolve o lançamento de uma questão que deverá ser instigante para o estudante, ou um problema para o qual ele não sabe a resposta, de forma que ele busque a solução desse problema, exigindo dos estudantes uma atitude ativa e um esforço para buscar suas próprias respostas e seu próprio conhecimento (POZO, 1998).

c) *Planeje a avaliação*: que permite ao professor planejar a avaliação de desempenho para o acompanhamento do processo, definindo os produtos a serem avaliados desde o início do projeto com os respectivos critérios de excelência, adotados pelo professor e de conhecimento do aluno, fornecendo assim um *feedback*

³⁰ Bie.org Disponível em <<http://www.bie.org>>. Acesso em 15/08/2008.

aos alunos sobre a tarefa solicitada (BIAGIOTTI, 2005). A avaliação, trabalhada dessa forma, é um instrumento importante para o aluno acompanhar a sua evolução, revendo seu conhecimento, suas estratégias, seus métodos e melhorando sua prática ou o seu desempenho.

d) Mapeie o projeto: que engloba o lançamento do projeto podendo envolver, por exemplo, um debate em sala de aula, um passeio de campo, um filme, um artigo polêmico, uma palestra interessante proferida por um especialista convidado, entre outros. Esse princípio prevê a elaboração de um cronograma, a definição de instrumentos para acompanhar o processo ensino-aprendizagem, e uma antecipação do que os alunos precisam saber e ser capazes de fazer antes e durante a execução do projeto. O diário de aprendizagem, atas de reuniões ou relatório da equipe podem ser instrumentos que possibilitem o acompanhamento do processo.

e) Gerencie o processo: no qual o professor se preocupa em orientar os alunos para os objetivos do projeto, para a organização do trabalho como um todo, definindo continuamente o escopo da investigação e possíveis caminhos para resolver a questão norteadora ou o problema colocado no início do projeto, e também para a reflexão sobre os resultados do projeto, que deverá ser feita em conjunto com os alunos.

Esse modelo (formulário detalhado no Apêndice C) foi utilizado para o desenvolvimento dos projetos de ensino ou plano de trabalho docente para conduzir os projetos de aprendizagem realizados pelos alunos.

3.4 Educação Ambiental como Processo Educativo

Um dos temas que marcou o início do século XXI nos debates e conferências sobre desenvolvimento foi a questão que envolve a sustentabilidade (RATTNER, 1999). O Relatório Brundtland, resultado do trabalho da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) da ONU, que faz referência à sustentabilidade, já mencionado por Dincer (1999) como "desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades" (BRÜSEKE, 1998). O relatório,

segundo Brüseke (1998) chama atenção para uma postura ética ao tratar dos problemas sócio-econômicos e ecológicos da sociedade global; entre as medidas apontadas menciona a diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias que admitem o uso de fontes energéticas renováveis. Porém defendeu o crescimento dos países não industrializados, nivelando aos países industrializados, ideia contrária sobre o sentido de desenvolvimento sustentável de outros autores, em especial, na questão relativa à demanda energética, necessária para ocorrer esse crescimento. Segundo Cohen (2002), há uma diferença entre os termos desenvolvimento e crescimento e para a autora o desenvolvimento é muito mais abrangente que o termo crescimento, pois contempla questões relativas à estrutura social e econômica de um país.

Segundo vários autores a energia é um ingrediente essencial ao desenvolvimento e crescimento econômico de um país (JANNUZZI e SWISHER, 1997; GOLDEMBERG, 1998; KANDPAI e GARG, 1999; CIMA, 2006). O conceito de desenvolvimento econômico, segundo Caporali (1997), passou a ser utilizado, no final da Segunda Guerra Mundial, “num contexto de formação de instituições mundiais de harmonização de interesses e de práticas econômicas”, conceito esse que alimentou uma ideia otimista prevendo o crescimento indefinido. Essa ideia, no entanto, influenciou vários autores que, nas primeiras décadas do período pós-segunda guerra, de acordo com Rattner (2010), lançaram modelos como, “Formação de capital” (Ragnar Nurkse); “As etapas de desenvolvimento” (W. Rostow) e o “trickle-down effect” – o efeito de filtragem e outros, de vários autores que procuravam orientar as políticas governamentais de desenvolvimento. Os resultados, em termos de desenvolvimento, segundo Rattner e vários outros pesquisadores no assunto, foram decepcionantes, pois levaram a concentração perversa do acúmulo de riquezas de uma minoria vivendo na opulência e uma maioria carente vivendo do mínimo para a subsistência (PRATA, 1994; RATTNER, 2010).

Jannuzzi e Swisher (1997) também fazem referência a esse período quando citam que “no passado as questões ambientais eram consideradas secundárias e acessórias à necessidade do contínuo crescimento econômico das nações”. Os autores destacam ainda que o impacto ambiental, tanto em nível global quanto local, tem sido identificado como uma restrição potencial ao desenvolvimento. Embora essa restrição

seja reconhecida pela *World Commission on Environment and Development* (WCED) ainda é visível um grande impacto ambiental associado a questões energéticas.

Discutir, portanto, as questões ambientais e o impacto ambiental, em nível global, fazem parte, atualmente, da pauta de vários currículos do ensino fundamental e médio da educação básica como tema transversal nos conteúdos dos diferentes componentes curriculares, conforme cita os PCNs.

Concomitante aos PCNs, a Lei nº 9795/99, que dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências, menciona que a educação ambiental “é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal” (BRASIL, 1999).

Muitos autores, ao discutirem a prática educativa relacionada à educação ambiental, apontam para propostas pedagógicas centradas na sensibilização, conscientização, mudança de comportamento, desenvolvimento de competências, capacidade de avaliação, formação do cidadão atuante, entre outros (REIGOTA, 1998; LUCAS, 1980/81; TOMAZELLO e FERREIRA, 2001). Esta é uma abordagem que vem ao encontro do que cita a lei que dispõe sobre educação ambiental, ou seja,

entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Carvalho (2000) ressalta o processo educativo, reconhecido pelos diferentes setores sociais, como responsável para provocar mudanças e alterar o atual quadro de degradação do ambiente. Para Carvalho (1999) ao traçar os objetivos de propostas de educação ambiental devem ser considerados três dimensões possíveis. Segundo o autor, uma das dimensões está relacionada à natureza dos conhecimentos a serem trabalhados, outra relacionada aos valores éticos e estéticos envolvendo a questão da natureza e uma terceira que é a dimensão política, destacada por Carvalho como a preparação do educando para atuar e intervir com ações concretas. A educação ambiental na prática educativa também é destacada como condição para reflexão sobre o assunto com ações orientadas na forma de ensino por projetos e em processos de

participação que levem à autoconfiança e ao comprometimento pessoal com a proteção ambiental (DIAS, 1992; RUY, 2004).

3.5 Aspectos de Algumas Estratégias de Ensino

Algumas estratégias de ensino permitem ao educando transpor a construção do conhecimento ao desenvolver conteúdos procedimentais e comportamentais. Nesse processo é possível envolver o aluno em atividade que exige dele a busca e análise das informações, a articulação dos conceitos, a avaliação e tomada de decisão diante de problemas, como é o caso da escolha de combustíveis ou do uso de uma outra fonte energética.

A incorporação de projetos, como estratégia de ensino pelos docentes, tem aumentado a procura por cursos de atualização pedagógica ou de formação continuada de professores para implantar suas propostas no contexto da escola. Porém não existe uma receita pronta que possa ser seguida cujos resultados sejam uniformes a todos que a utilizam como modelo ou técnica. É consenso que o professor em exercício, muitas vezes, não consegue aplicar os conceitos e procedimentos trabalhados nesses cursos, pois não é participante efetivo do processo de investigação e, sendo assim, não se compromete com o que lhe é proposto ou com os procedimentos pesquisados (SCHNETZLER, 2002). A autora destaca que ocorrerá melhoria do processo de ensino-aprendizagem se os professores que se envolvem em cursos de formação puderem atuar como pesquisadores de sua prática, tornando-se sujeitos produtores de saberes por si mesmos, e não se posicionando como objetos de investigação por parte dos professores universitários. Assim,

Contrariamente a isto, a visão sobre a pesquisa em formação continuada que defendemos não concebe o professor como um mero técnico ou aplicador do que outros dizem, mas o reconhece e valoriza como produtor de saberes pedagógicos, tão úteis ou mais do que muitas prescrições que a pesquisa educacional universitária já produziu (SCHENETZLER, 2002).

Mizukami (2002) entende que os domínios da teoria e da prática na docência acontecem tanto na universidade quanto na escola, sendo na escola a mais utilizada atualmente. A autora se fundamenta em vários aspectos importantes e que devem ser considerados ao conceber um programa de formação de professores. Entre esses

aspectos estão: a natureza da aprendizagem profissional da docência; a escola sendo o local de aprendizagem profissional; a forma de aprender não linear; a experiência de cada profissional que depende do conhecimento acadêmico e da prática pedagógica; a reflexão como orientação conceitual e fonte de aprendizagem profissional e a troca de experiências ou de interações entre os pares como fonte de aprendizagem profissional.

Para temas como biocombustíveis, o papel da universidade, no processo de formação continuada em serviço, é fundamental para o aprimoramento profissional do professor que atua em sala de aula, o que propicia a troca de ideias e transformação da prática do professor. Nesse sentido, Dias (2003) ressalta a importância da universidade se aproximar da classe docente que atua na educação básica, traduzindo as concepções científicas e as bases tecnológicas sobre energia para o contexto escolar, envolvendo os professores no processo de ensino-aprendizagem.

3.5.1 Atividade de campo como procedimento didático

Segundo Carvalho (2002) a atividade de campo, como procedimento didático, deve, como qualquer outra atividade, relacionar claramente os objetivos da proposta a ser desenvolvida, pois a falta de clareza e a dificuldade em estabelecer esses objetivos podem levar a resultados vagos. Além de traçar os objetivos é necessário também que o educador discuta e elabore, com os estudantes, alguns instrumentos no sentido de orientar o desenvolvimento do trabalho como “os roteiros para discussão, problematização, observação, registro, coleta, análise e interpretação dos dados”. Essa preparação do aluno, anterior ao trabalho de campo, é parte da atividade do professor que direciona também o olhar do estudante para o objeto de estudo e de observação. Essa ideia é descrita pelo autor da seguinte maneira:

Desta forma, algumas solicitações devem necessariamente ser mais abertas, incentivando os participantes a registrarem suas primeiras emoções, impressões, observações, mesmo que de forma menos sistemática. Em outros momentos os roteiros deverão servir de orientação mais clara e definida para que os seus usuários possam coletar dados mais precisos e específicos. O importante nesta tarefa é que o educador explicita claramente o que se pretende com ela (CARVALHO, 2002).

3.5.2 Registro do educador e diário de bordo

O registro do educador como diário de aprendizagem permite ao professor rever sua ação docente como momento de construção de conhecimento, por meio da reflexão, análise e problematização da ação, processo defendido por Schön (1992) que introduz a concepção do professor reflexivo.

Para Perrenoud (2002) refletir sobre a ação é oferecer os meios de trabalhar sobre si mesmo, podendo levar o professor a rever e reconhecer em si mesmo atitudes e práticas que possam prejudicar o seu desempenho e assim conduzir a “retificar um erro”.

Enfim, segundo Zabalza (1994), os professores podem ser investigadores de si próprios ao elaborar registros da atividade pedagógica, primeiro como narradores e depois como analistas críticos dos registros elaborados. Esse registro, tanto dos pensamentos como dos sentimentos que o educador vivencia durante o processo de ensino, consiste em narrar ações envolvidas na preparação e execução das atividades pedagógicas ou dos processos mais significativos da sua ação docente (ZABALZA, 1994; PORLÁN; MARTÍN, 1997).

Zabalza (2004) define os diários de aula como “documentos em que professores e professoras anotam suas impressões sobre o que vai acontecendo em suas aulas” e que na sua visão não é necessário que seja realizado diariamente, mas que deve ser contínuo. O conteúdo pode ser aberto, a critério de quem narra, ou vir condicionado por algum assunto de caráter pedagógico prévio. O autor destaca a importância de estimular essa ação também entre os alunos como é destacado a seguir:

Sem dúvida, seriam igualmente interessantes (e abririam novas possibilidades técnicas de contraste entre percepções e análises das situações entre grupos diversos) iniciativas em que os diários fossem desenvolvidos também pelos alunos (ZABALZA, 2004).

O autor considera o diário de aula como documento pessoal ou narração autobiográfica que, hoje, é considerado como parte de enfoques ou linhas de pesquisa metodológicas que auxiliam a prática educativa.

3.5.3 Plano de Ensino no desenvolvimento de projetos

Os planos de ensino, em geral, contemplam, na maioria das vezes, a justificativa do componente curricular em relação aos objetivos da proposta pedagógica da escola; os objetivos gerais e os específicos; os conteúdos ou os conhecimentos do componente curricular, o tempo destinado para o tópico a ser desenvolvido; os procedimentos didáticos e as ferramentas e procedimentos de avaliação para acompanhar e controlar o processo de ensino-aprendizagem.

Esse modelo tem sido utilizado pelas escolas que exigem dos professores uma proposta para cada componente curricular, tanto para o ensino médio quanto para o ensino técnico. Porém, quando o professor lança a ideia de desenvolver projetos, o trabalho assumido pelos alunos se transforma no plano de ensino do professor, ou seja, os planos de ensino ficam na dependência dos avanços conquistados pelos alunos ao desenvolverem as ações, na maioria dos casos, por eles propostas. Os professores quando questionados sobre esse plano afirmam elaborar o documento no início de suas atividades, mas não o seguem como um guia de orientações, o que caracteriza em muitos casos no preenchimento de formulários para o cumprimento burocrático, como é apontado por alguns autores. (LUCKESI, 1994; FUSARI 1998).

Para o desenvolvimento de um plano de trabalho docente voltado para a pedagogia de projetos, é necessário que o educador reflita a educação numa perspectiva de situações que facilitem o processo de construção do conhecimento e de desenvolvimento de habilidades básicas importantes para o estudante. É importante que o professor domine, pelo menos, os conhecimentos de sua área de atuação para poder relacioná-los com as outras áreas do conhecimento, refletir e planejar como coordenar informações e articular diferentes pontos de vista, bem como estimular o trabalho em equipe, despertando o prazer pela pesquisa, pelo diálogo, respeito mútuo, cooperação, proporcionando condições para que os alunos conquistem autonomia para a resolução de problemas.

Planejar, segundo Baffi³¹ (2002 apud Bello, 2002), é uma atividade que faz parte da educação, tendo como características básicas: evitar a improvisação, prever o futuro, estabelecer caminhos que possam nortear a execução da ação educativa. Goldberg (1993) define planejamento como um processo de controle, pois têm características de determinar as ações de uma pessoa para atingir um objetivo. Desta forma, é um processo de tomada de decisões cristalizadas em um plano que, segundo a autora, é o instrumento do planejamento que contempla decisões relativas a objetivos e metas, assim como relativas a meios e estratégias.

Fusari (1998) destaca que o planejamento do ensino é o processo que envolve a atuação concreta dos educadores no cotidiano do seu trabalho pedagógico, enquanto que o plano de ensino é um documento elaborado pelos docentes, contendo as suas propostas de trabalho e que serve de guia para orientar a sua prática. Essa descrição é citada também por Libâneo (1994) que identifica o plano como um guia de orientações, pois nele são estabelecidas as diretrizes e os meios de realização do trabalho docente.

3.5.4 Avaliação de desempenho e o modelo de rubrica

A avaliação, um dos itens citados pelos professores como necessidade nos cursos, foi introduzida com o princípio de que é parte do processo educativo.

É consenso entre vários autores que a avaliação deve assumir o papel de auxiliar o ato de aprender ou permitir ao educando poder se conhecer e regular sua ação, enfim, a avaliação faz parte do processo ou está a serviço da aprendizagem. (HERNÁNDEZ, 1998; PERRENOUD, 1999; HADJI, 2001; MACEDO, 2005; VASCONCELOS, 2009).

Nos últimos anos a ênfase atribuída à avaliação é a negociação de resultados com o envolvimento dos estudantes na definição de critérios, sendo que estes devem estar relacionados com os saberes, o saber fazer e o saber ser (DEPRESBITERIS, 2001).

³¹ BAFFI, M. A. T. O planejamento em educação: revisando conceitos para mudar concepções e práticas. Apud BELLO, J. L. de P. **Pedagogia em Foco**, Petrópolis, 2002. Disponível em: <<http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/fundam02.htm>>. Acesso em: 12/06/2009

Portanto, a avaliação deve ser expressa em alguns critérios prévios (HERNÁNDEZ, 1998).

Um dos instrumentos de avaliação utilizado como ferramenta de ensino em que se possibilita ao aluno visualizar a aprendizagem e o desenvolvimento tanto de habilidades quanto do pensamento crítico é a rubrica, citado por Roque (2004), que é elaborada com a definição prévia de critérios (ANDRADE, 2000).

A rubrica é definida como um sistema de classificação que permite tanto ao professor quanto ao aluno verificar o nível de proficiência desempenhado em uma tarefa ou atividade, sendo esse desempenho descrito, detalhadamente para cada nível, por meio de critérios preestabelecidos e compartilhados com os alunos. O desempenho em cada nível deve ser claro e estar traduzido no critério equivalente (ROQUE, 2004; DAVIS *et al.*, 2005; ROQUE, 2006).

A estrutura de uma rubrica é dividida em elementos, escala e critérios, ou seja:

- Elementos: se referem aos vários aspectos de um produto a ser avaliado.
- Escala: define o nível de desempenho que o estudante pode apresentar ao desenvolver uma atividade ou tarefa, permitindo ao professor e/ou à instituição delimitar se trabalhará com três escolas, quatro ou até cinco e que pode partir do “básico” ao “avançado”.
- Critério: são indicadores que determinam o grau de sucesso com relação a uma meta ou resultado esperado. Como exemplo poderá ser utilizado uma escala com 4 níveis e a seguinte correspondência: para o nível 4 (descrição de critérios que demonstram o nível máximo de desempenho ou traços de excelência); para o nível 3 (descrição dos critérios que correspondem a um nível satisfatório de desempenho); para o 2 (descrição dos critérios que evidenciam algum trabalho, mas que pode ainda ser aperfeiçoado); e para o nível 1 (descrição dos critérios que evidenciam um nível de desempenho de um iniciante).

4 ESTRATÉGIA DE PROJETOS TENDO COMO TEMA CATALISADOR BIOCOMBUSTÍVEIS

Esse capítulo discute, de forma sintética, os projetos de aprendizagem desenvolvidos pelos estudantes, a intervenção realizada junto aos professores em forma de curso de formação continuada e apresenta as possíveis abordagens que o tema biocombustíveis oferece no ensino médio e técnico de ensino ao utilizar a estratégia de projetos.

4.1 Projetos de Aprendizagem (do Aluno) com o Tema Biocombustíveis

Um levantamento realizado com projetos desenvolvidos por alunos de ensino médio e ensino técnico e apresentados em Mostras de feiras tecnológicas, TCC (trabalho de conclusão de curso) e/ou desenvolvidos no contexto escolar de diferentes escolas em diferentes cidades, permitiu uma análise do potencial que a temática biocombustíveis possibilita desenvolver nessa fase da etapa escolar. A descrição desse levantamento está descrita no Apêndice D.

O levantamento resultou em 21 projetos que envolviam, em seu conteúdo, um estudo com fontes alternativas de energia ou um processo para reduzir o consumo energético. Os títulos incluíam temas relativos a: biogás, biodiesel, etanol, coletor solar, energia eólica, hidrogênio, carvão ecológico, equipamentos ou processos para redução energética entre outros.

A maioria dos projetos analisados relaciona o estudo do tema às questões ambientais, citando, principalmente, a busca de novas fontes de energia, os problemas com a emissão de gases do efeito estufa e o desperdício de energia. Foi possível verificar que as equipes se envolveram em atividades de resolução de problemas, o que permitiu a aplicação de conceitos desenvolvidos na escola. Porém algumas dificuldades apontadas pelos estudantes foram também relacionadas. Entre elas são citadas: dificuldade de se associar conteúdos novos ao fenômeno estudado, a falta de prática para determinados procedimentos de laboratório, a dificuldade em estabelecer,

contatos externos à escola, a falta de condições de trabalho no próprio ambiente escolar, e ao despreparo, em alguns casos, na busca de informações.

Diante do exposto foi possível perceber que a evolução dos projetos aconteceu de acordo com a gestão do próprio aluno que, ao se defrontar com novas descobertas, procurou agregá-las ao projeto, alterando seu rumo ou ajustando-o de acordo com os obstáculos ou, ainda, buscando incorporar conteúdos e conceitos que, surgiram no decorrer do caminho.

Os resultados dessa análise apontam para uma falha no planejamento do professor, o qual deve ser programado com roteiros para orientar o trabalho dos alunos, prevendo e preparando-os com ferramentas e conhecimentos necessários para o desenvolvimento das propostas, e munindo-os dos mesmos. O exposto reforça a necessidade de intervir no processo de formação dos educadores.

4.2 Formação Continuada de Professores

Um diagnóstico (resultado no Apêndice B), por meio de questionário, foi realizado com 34 professores e revelou a necessidade de discutir aspectos relacionados à pedagogia de projetos, avaliação, desenvolvimento de competências e habilidades no ensino médio, novos recursos didáticos e referenciais sobre questões ambientais. Com essas necessidades e com a finalidade de levar a incorporação dessa ação pedagógica foram elaborados e organizados cursos de formação continuada em exercício para professores do Centro Paula Souza com as seguintes propostas:

- Educação ambiental por meio de projetos, incorporando o trabalho de campo como procedimento didático e o registro de aprendizagem como estratégia de ensino.

O curso foi oferecido aos professores e organizado com palestras e oficinas objetivando trocas de experiências, discussão e estudo sobre como conduzir atividades em projetos envolvendo questões relativas ao meio ambiente. Após a elaboração de uma proposta de atividade como parte do projeto de cada um, foram incorporados o diário de bordo (do aluno) e o registro do professor para acompanhar o desenvolvimento das ações cujos dados serviram para discussão e reflexão. Este

processo se revelou importante para conduzir projetos com um tema transversal como os biocombustíveis, uma vez que possibilita a construção de valores sociais, conhecimentos, habilidades e atitudes voltadas para a conservação do meio ambiente, e especialmente, para o uso racional de energia (BRASIL, 1999).

- Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), segundo o modelo de planejamento do BIE. Esse curso contemplou a incorporação de um plano de ensino ou projeto de ensino para conduzir o projeto de aprendizagem do aluno e a avaliação de desempenho como instrumento de acompanhamento do processo de ensino-aprendizagem.

A proposta, alinhada ao projeto pedagógico das escolas, foi aplicada no contexto escolar e envolveu os estudantes em situações de resolução de problemas com o foco nos padrões que deveriam refletir a ênfase dada ao desenvolvimento de competências e ao domínio do conteúdo a fim de evidenciar o sucesso na aprendizagem (MARKHAM, 2008). Para o tema biocombustíveis o modelo permite o desenvolvimento de habilidades básicas, hábitos mentais fundamentais e padrões de conteúdo de diversas áreas do conhecimento, como será descrito na subseção que versa sobre a proposta de projetos sobre biocombustíveis.

O objetivo dos cursos citados foi propiciar ao professor a incorporação de uma nova estratégia de ensino, como a de ABP, para o desenvolvimento de temas que sejam focos de problemas atuais, como os biocombustíveis, por meio de projetos de educação ambiental incorporados à proposta pedagógica. A proposta visou também desenvolver conteúdos conceituais, como o estudo de algumas concepções de energia, procedimentais, relativos ao saber fazer e, principalmente, os atitudinais, que requerem a mobilização de princípios e valores para tomada de decisão ou incentivar mudanças nos padrões de consumo e, conseqüentemente, o uso racional de energia.

4.3 Proposta de Projeto sobre Biocombustíveis

O projeto de ensino que o professor elabora antes de iniciar a condução do seu trabalho pedagógico deve ser composto de um plano didático, no qual se englobam várias ações como o lançamento do projeto, cronograma de atividades e avaliação.

O lançamento do projeto pode envolver, por exemplo: um debate em sala de aula com vários temas relativos à mudança do clima como, por exemplo, a emissão provocada pelo meio de transporte comum que é o automóvel, entre outros que a mídia local veicula normalmente. Outra possibilidade é um passeio de campo para discutir o ambiente atmosférico distante do ambiente urbano ou uma visita ao museu de energia para dirigir o olhar do aluno para o “ontem”, o “hoje” e o “amanhã” sobre a vida com e sem a energia. Um filme ou um artigo polêmico pode ser uma sugestão, podendo o filme ser selecionado entre as obras cinematográficas comerciais ou didáticas ou uma palestra interessante proferida por um especialista convidado. Essas são algumas, entre tantas possibilidades.

O cronograma prevê ações do professor e do aluno, ou seja, ali são registradas as datas em que os alunos deverão apresentar as tarefas/atividades propostas e também quando o professor auxiliará com Aula de Suporte (dos conteúdos previstos e não previstos). A aula suporte pode ser desenvolvida em forma de atividade prática ou uma atividade fora da escola ou visita técnica, na qual se prepara o estudante para o que é importante observar e analisar. Também é necessário definir as ferramentas que podem ser incorporadas para acompanhar o processo de ensino-aprendizagem como, por exemplo, o registro do aluno ou um quadro com a previsão do que os alunos precisam saber e ser capazes de fazer antes e durante a execução do projeto, de acordo com o modelo BIE. Além do diário de bordo (diário de aprendizagem), atas de reuniões ou relatório da equipe podem ser instrumentos que auxiliam o acompanhamento do processo.

O cronograma pode ser apresentado na forma de um diagrama, um fluxograma ou um roteiro visual, na qual são identificadas as principais tarefas ou atividades a serem desenvolvidas, como, por exemplo: o lançamento do projeto, aulas de apoio ou aula suporte, prazos para entrega de produtos, atividades extraclasse, provas, auto-avaliação entre outras. Um exemplo de modelo de cronograma que pode ser realizado é apresentado na Figura 17.

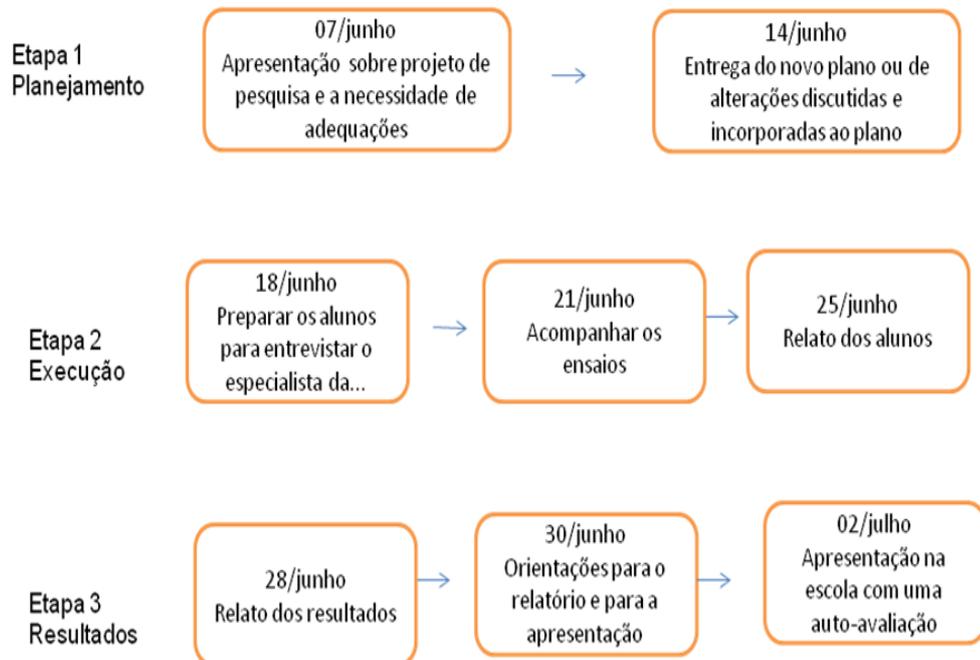


Figura 17 – Modelo de cronograma do Professor.

Esse guia auxilia o professor a orientar os alunos para os objetivos do projeto, para a organização do trabalho como um todo, definindo continuamente o escopo da investigação e possíveis caminhos para resolver o problema colocado no início do projeto. O professor acompanha os estudantes que analisam o tema em foco, se informam a respeito, levantam dados, analisam as informações mais relevantes e após uma troca de idéias com o professor, definem o problema ou a questão que norteará o projeto.

4.3.1 Definição do problema ou da questão que norteará o projeto

As questões, exemplificadas no Quadro 2, podem ser enunciadas de forma que a solução seja possível por meio de pesquisa, utilizando, em alguns casos, a metodologia de processos científicos. É importante que o professor auxilie essa etapa para a definição do problema que será o fio condutor do projeto para que os alunos não caiam na “armadilha” de tentar desenvolver algo que possa ultrapassar os limites de sua ação e não conseguir concluir o trabalho.

Quadro 2 – Questões possíveis de serem desenvolvidos em projetos sobre biocombustíveis.

| Tipo de Questão | Exemplo |
|---|---|
| Questões que objetivam alterar uma situação ou que buscam resolver ou minimizar o problema anunciado. | <p>Como aproveitar o resíduo de óleo para produzir o biodiesel?</p> <p>Como planejar a produção de biodiesel no Brasil para atender a demanda de 2% ou 5% a serem acrescidos no diesel do petróleo?</p> <p>Que ações, viáveis, podem auxiliar na redução de emissão dos gases de efeito estufa?"</p> |
| Questões que remetem o estudante a investigar sobre um determinado fenômeno, procurando estabelecer relações para seu entendimento. | <p>Como os biocombustíveis podem melhorar o ambiente?</p> <p>Como a produção de biocombustíveis pode afetar a disponibilidade de alimentos?</p> <p>Como os biocombustíveis podem auxiliar no programa de inclusão social e no desenvolvimento regional no país?</p> <p>Qual a diferença entre combustíveis renováveis e não renováveis?</p> |
| Questões que estão mais relacionados com a explicação da razão e o porquê dos fatos levando a uma reflexão e posicionamento diante dos esclarecimentos levantados. | <p>Como os biocombustíveis podem auxiliar na redução das emissões de CO₂?</p> <p>Como os biocombustíveis podem ajudar na matriz energética brasileira?</p> <p>Qual é a diferença entre a queima de diesel de petróleo e de biodiesel de óleos e gorduras?</p> <p>Como os biocombustíveis podem ajudar na obtenção de créditos de carbono?</p> <p>Qual a diferença em produzir biodiesel a partir de metanol e de etanol?</p> |

4.3.2 Identificação do que os alunos vão aprender e desenvolver

A partir dos diferentes problemas levantados pelos estudantes, estes se envolvem no processo de investigação, colocando em prática atividades de diversas áreas do conhecimento as quais podem direcioná-los à ação ou então podem trabalhar a questão norteadora colocada como desafio. É preciso planejar os padrões de conteúdos que esses projetos possibilitam desenvolver, além das competências básicas que

complementam as habilidades chave e os hábitos mentais. Algumas propostas, contemplando essa forma de trabalho, podem ser desenvolvidas conforme detalhado a seguir.

As características dos combustíveis, tanto de fontes fósseis quanto de fontes renováveis como biocombustíveis, e a identificação de como operam nos motores dos automóveis, em termos energéticos, podem remeter o estudante a discutir alguns princípios fundamentais da termodinâmica. Esse estudo proporciona condições para que o aluno trabalhe conceitos como calor, energia e trabalho, assim como reconhecer e relacionar o funcionamento do motor como uma máquina térmica ao discutir o ciclo de funcionamento de um motor a combustão, um assunto relacionado ao componente curricular Física.

Ainda sobre a questão que envolve o assunto calor e máquinas térmicas é possível ao grupo de alunos resgatarem informações sobre o processo de industrialização a partir da Primeira Revolução Industrial no século XVIII, impulsionada pela invenção das máquinas térmicas de uso comercial e industrial. Esse estudo remete o aluno a integrar as áreas das ciências da natureza com as de humanas e suas tecnologias, permitindo ao aluno desenvolver os conceitos da história e física nos períodos pré-industrial e pós-industrial. Esse estudo permite ao aluno perceber o conjunto de mudanças tecnológicas que ocorreram entre um período e outro com impacto no processo produtivo tanto em nível econômico quanto social, assim como a relação entre capital e trabalho.

A proposta de projeto com o tema “Energia e Máquinas Térmicas”, descrição acima citada, pode ser sintetizada nos cinco princípios do modelo BIE, de acordo com o Recurso de Planejamento demonstrado na Figura 18. O projeto, dessa forma, procura desenvolver o trabalho a partir da questão norteadora definida como “Qual a diferença entre combustíveis renováveis e não renováveis?”.

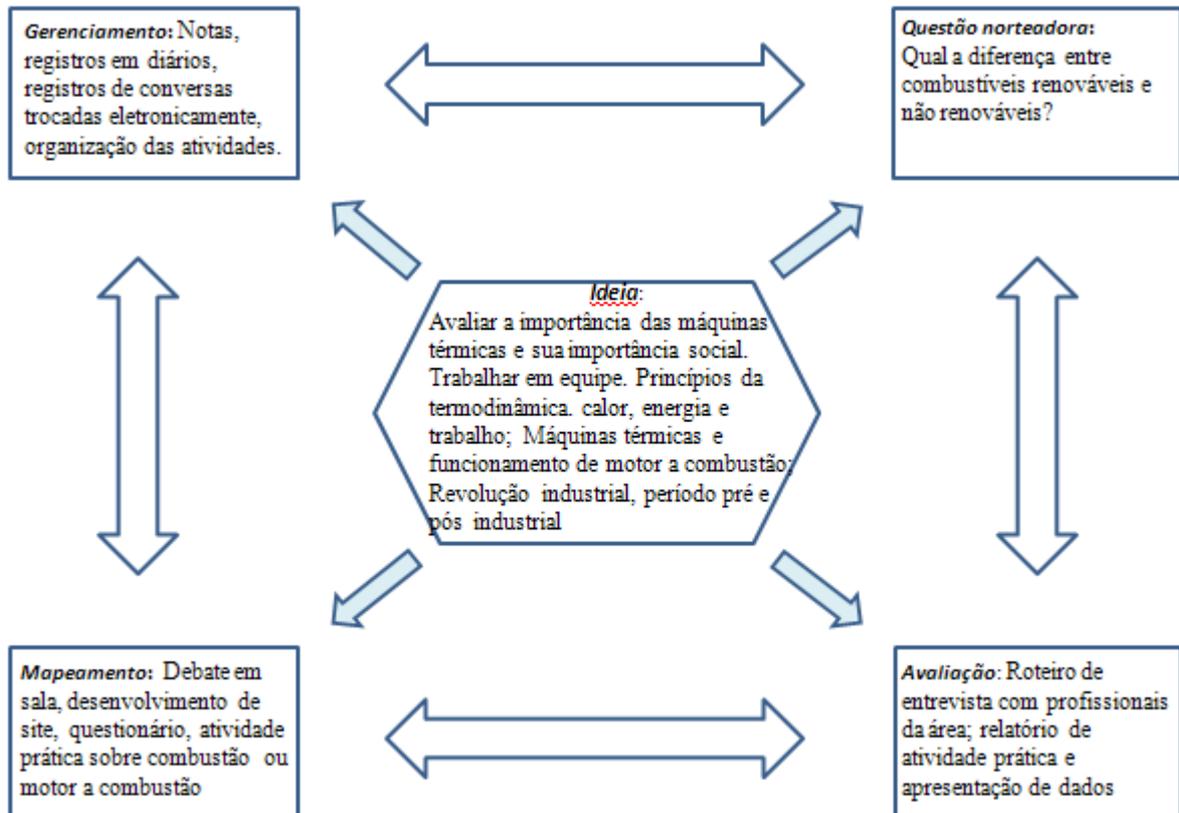


Figura 18 - Recurso de Planejamento sobre Energia e Máquinas Térmicas.

Ao estudar as vantagens e desvantagens das fontes energéticas renováveis em comparação com as não renováveis a proposta de pesquisa pode ter como ação inicial o estudo, por exemplo, sobre o petróleo e o seu papel na matriz energética brasileira e no mundo. Esse cenário leva o estudante a discutir a influência do petróleo para indústria brasileira, como fonte primária/secundária de energia, se inteirando das concepções sobre combustíveis e combustão, assuntos estes discutidos em química.

A importação do óleo diesel para abastecimento brasileiro é outro item a ser abordado quando o debate é a sua comparação com o biodiesel e suas vantagens, propiciando uma discussão sobre importação/exportação, desenvolvimento industrial, déficit comercial e superávit que podem ser trabalhados e articulados com os conceitos da geografia, história, matemática e química.

Essa proposta pode ser sintetizada no Recurso de Planejamento apresentada na Figura 19

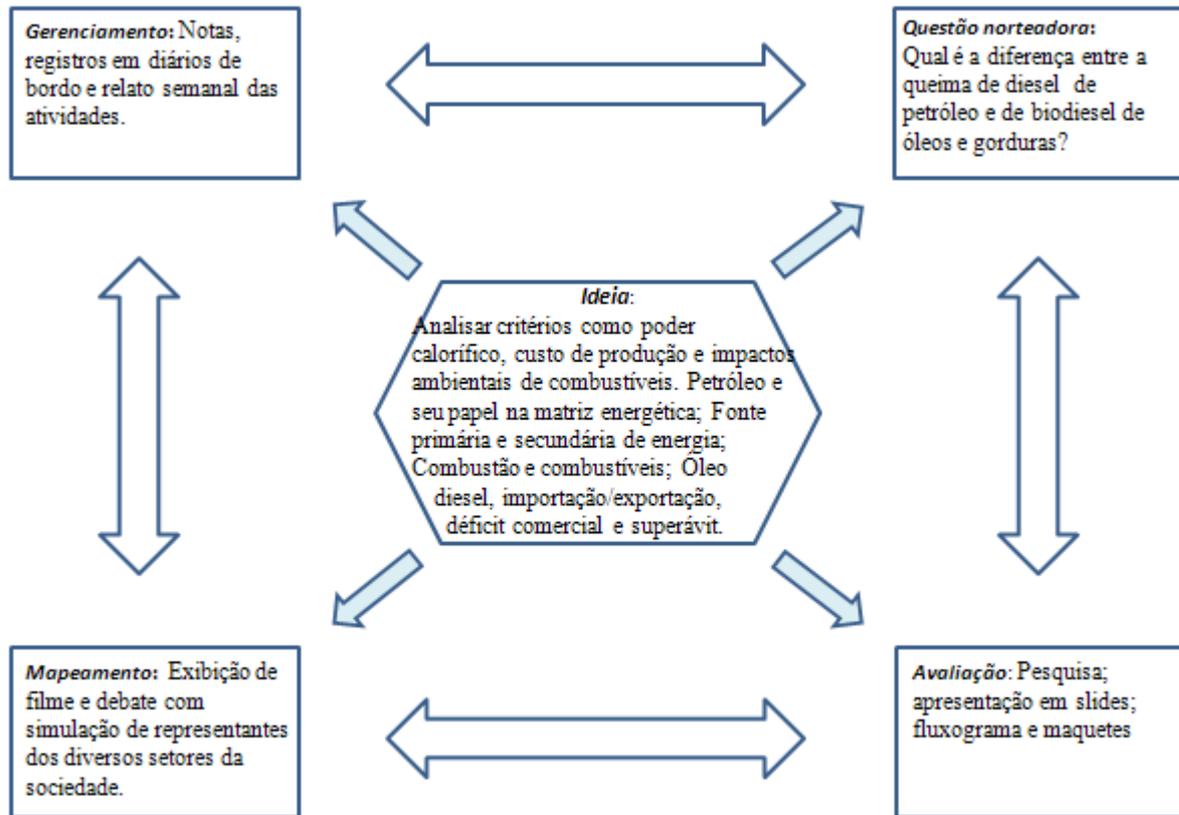


Figura 19 - Recurso de planejamento sobre Fonte energética renovável e não renovável.

Outros recursos de planejamento, que não estão aqui demonstrados, podem ser sintetizados a partir de propostas como as descritas a seguir.

No contexto do uso de combustíveis fósseis e renováveis e a consequente emissão de GEE, a questão da mudança do clima possibilita o desenvolvimento de conceitos relativos ao ambiente atmosférico e o efeito estufa. Esse tema permite a discussão sobre a saúde da população que vive nas grandes metrópoles e a interferência na fauna e flora que podem estar comprometidos com o cenário projetado pelo IPCC, caso persistam as emissões atuais. Esse assunto pode levar o estudante a pesquisar, selecionar e interpretar dados como, por exemplo, para definir o melhor combustível é preciso reconhecer e analisar o poder calorífico e a massa molar dos diferentes combustíveis. Se os dados estiverem relacionados em tabelas, o domínio da linguagem matemática ou a análise da tabela e de gráficos propicia ao estudante a mobilização de algumas habilidades e conhecimentos, os quais são articulados para a

tomada de decisão, levando em consideração a sua posição frente às questões ambientais.

A discussão sobre a utilização do automóvel próprio e do transporte coletivo gera estudos sobre o cálculo do volume de combustível gasto em cada veículo, assim como uma reflexão sobre a emissão de CO₂ liberados para atmosfera por meio desse processo e o das atividades de um indivíduo, discutindo o ciclo do carbono e sua importância no planeta. Esses cálculos são possíveis com a aplicação de conceitos trabalhados na estequiometria das reações químicas. Outro debate possível ao abordar a questão sobre a utilização do automóvel ou do transporte coletivo passa pelo tema sobre os padrões de consumo de energia. Nesse contexto é possível discutir a relação entre os problemas da emissão de CO₂ e o consumo de fontes fósseis. É possível também prever a tendência de congestionamentos causada pelo aumento do número de automóveis, suas consequências nos grandes centros e abrir, assim, um debate sobre escolhas e comportamento ou atitude a ser tomada pelo indivíduo, discutindo valores (DIAS *et al.*, 2006).

O Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel (PROBIODIESEL) abre caminho para entender sobre os créditos internacionais de carbono ao trabalhar problemas relativos a fontes alternativas de energia. Da mesma forma o programa de geração de emprego e renda relativo à produção de biodiesel propicia a discussão sobre o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), a Agricultura familiar e a Reforma Agrária. Esse tema promove o debate sobre os problemas que o Brasil enfrenta ao apresentar um dos piores indicadores de desenvolvimento humano dentre os países de igual nível de renda per capita. Levando isso em consideração, o estudo passa por aspectos como a miséria, o êxodo rural e o papel da agricultura no processo de desenvolvimento econômico do país por meio da produção de grãos de oleaginosas. A falta de acesso à energia, importante para se usufruir de alguns bens, pode, também, ser objeto de discussão no debate sobre concepções de energia dentro de um contexto social com abordagem ambiental, fundamental para o aluno interagir a temática com os aspectos culturais e afetivos (DIAS *et al.*, 2006).

Investigar sobre a diferença em se produzir biodiesel utilizando metanol ou etanol é o ponto de partida para discutir as reações de fermentação, que ocorrem no

processo de produção do álcool, e de transesterificação, um dos processos para produção de biodiesel. Esse estudo permite debater sobre as propriedades do metanol e do etanol como: características quanto à toxicidade, polaridade, reatividade, extração e formação de sabão durante a reação de transesterificação, entre outros assuntos, uma investigação que envolve conceitos de química e biologia.

O aproveitamento do resíduo de óleo para produção de biodiesel é outra questão que remete o estudante a discutir os problemas ambientais relativos ao lixo, muitas vezes, descartado indevidamente. Também possibilita ao estudante conhecer e identificar as diferentes matérias-primas que podem ser utilizadas para a produção de biodiesel. Nesse estudo pode ser alvo de discussão alguns hábitos para redução de emissão de gases poluentes, mais especificamente, a emissão de GGE, o que pode minimizar o problema da mudança do clima. Algumas conseqüências em relação à ocorrência de chuvas e impactos adversos à agricultura de determinadas regiões podem ser debatidos também.

A questão relativa à produção de biocombustíveis e como essa produção pode afetar a disponibilidade de alimentos propicia ao estudante debater sobre a questão da terra, da água e dos insumos agrícolas como fertilizantes.

Os temas trabalhados, da forma como foram expostos, podem levar o estudante a mobilizar muitas operações permitindo o desenvolvimento de competências cognitivas e culturais importantes.

4.3.3 Avaliação como processo educativo

Considerando a necessidade de avaliar competências desenvolvidas ou a capacidade de mobilizar saberes, habilidades e atitudes para resolução de problemas, assim como a capacidade para enfrentar os imprevistos de um projeto, sugere-se o uso de rubricas. As rubricas são estruturadas por (i) elementos, que são os aspectos de um artefato ou produto, foco da avaliação; (ii) escalas, que podem ir do básico ao avançado (normalmente contendo de 3 a 5 níveis); e (iii) critérios, que são definidos antes da tarefa ser realizada, podendo ser definidos de comum acordo com os alunos. O uso de rubricas, segundo Roque (2004) constitui um sistema de avaliação pelo qual

o professor determina em que nível de proficiência um aluno é capaz de desempenhar uma tarefa ou evidenciar conhecimento de um saber.

4.4 Aplicação da Proposta de Projetos com o Tema Biocombustíveis

A proposta teve como objetivo levar o professor a vivenciar o trabalho com projetos utilizando o plano de ensino, elaborado segundo o modelo de planejamento proposto pelo BIE, para condução do projeto de trabalho ou de aprendizagem dos estudantes. Aplicar a avaliação de desempenho no formato de rubrica também foi objeto de análise por esses professores que receberam as orientações para desenvolver e utilizar uma rubrica para cada atividade proposta nesse trabalho.

O projeto sugeria o desenvolvimento da proposta em, no máximo, 2 meses ou 16 horas-aula. Os professores receberam o material (descrito no Apêndice E) que foi organizado sob a forma de vários protocolos dirigidos a professores, contendo também algumas considerações sobre o assunto, selecionados para iniciar a discussão sobre o tema. As considerações apresentavam várias notas veiculadas na mídia impressa e eletrônica como, por exemplo: Emissões de CO₂, Campanha sobre “Um dia sem carro” e sobre a “Nota verde e o indicador de CO₂”, lançados no ano de 2009 pelo Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE).

Os protocolos dos professores estavam divididos da seguinte forma:

- Planejamento do projeto;
- Orientações para o seu desenvolvimento;
- Lançamento do projeto com exemplos de atividade em sala de aula;
- Cronograma;
- Roteiro de aula prática (atividade suporte que poderá ser uma atividade de campo, aula expositiva, visita técnica, entre outras);
- Modelo de avaliação (rubrica ou baseada na rubrica); e
- Proposta de auto-avaliação (Apêndice F) e questionário (Apêndice G) com sugestões que poderiam ser seguidas, adequadas ou alteradas.

O planejamento da proposta seguia o modelo de ABP proposto pelo BIE e permitia ao professor selecionar a série do ensino médio em que desejava aplicar a proposta com o foco nas competências, hábitos mentais e padrões de conteúdos a serem desenvolvidas. A relação de competências foi selecionada de acordo com o que se desejava avaliar como, por exemplo: identificar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos; conscientizar o estudante quanto à necessidade de economizar energia; analisar informações expressas em gráficos ou tabelas como recurso para a construção de argumentos e avaliar propostas de intervenção no ambiente, entre outras.

As competências foram selecionadas considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável de energia. Como hábitos mentais foram sugeridos aqueles que permitiam ao aluno reconhecer a sua responsabilidade pessoal e coletiva na qualidade de vida das comunidades das quais participa, sugerindo e incorporando ações para economizar energia. O trabalho em equipe com disposição para colaborar na resolução de problemas sociais e ambientais relacionados ao tema em questão também foi uma sugestão de competência a ser desenvolvida.

Os conteúdos relacionados no planejamento constavam, principalmente, de saberes da área de química, uma vez que os professores que se dispuseram a aplicar a proposta tinham essa formação. Portanto, foram sugeridos conteúdos para ensino médio como: reações químicas; reação de combustão; matriz energética brasileira; fontes de energia e forma de produção: recurso renovável e não renovável; as propriedades de materiais e substâncias: separação de materiais e transformação de materiais. Outros conceitos sugeridos foram relativos à produção de álcool, ou seja, obtenção de álcool por destilação fracionada, propriedades dos alcoóis, variação de energia em reações químicas, diferenciação entre álcool anidro e hidratado. As concepções sobre reações exotérmicas e endotérmicas, energia de ligação, entalpia e equilíbrio térmico, princípios da termodinâmica, poder calorífico, gás carbônico e suas conseqüências, monóxido de carbono e suas conseqüências ambientais e para saúde, características dos compostos orgânicos, também foram conceitos sugeridos.

Um roteiro de atividades com sugestão de textos e de um vídeo configurava o protocolo sobre o lançamento do projeto em sala de aula, assim como a questão norteadora que permitia aos alunos iniciarem o desenvolvimento das ações propostas, buscando responder ao seguinte desafio “Que ações, viáveis, podem auxiliar a redução da emissão dos gases de efeito estufa?”.

O cronograma de atividades, com os prazos de entrega e desenvolvimento das ações dos professores, assim como o planejamento de avaliação, com a sugestão de rubricas e auto-avaliação, foram apresentados em dois novos protocolos. O roteiro de atividade prática também foi sugerido com duas propostas, uma intitulada “Etanol: identificando a sua solubilidade e quantificando o teor na gasolina”, experimento publicado por Dazzani *et al.* (2003), e outra denominada “Produção de álcool etílico”, proposta por um dos professores no curso.

O protocolo com as orientações sobre a avaliação acompanhou o modelo de rubrica que foi debatido e estudado durante a oficina realizada no curso.

4.4.1 Desenvolvimento da proposta no contexto da escola

A partir de um texto jornalístico que discutia a emissão de gás de efeito estufa e da publicação “Biocombustível, o mito do combustível limpo” (CARDOSO *et al.*, 2008), foram sugeridos o estudo e o debate em sala de aula para dar início à atividade.

A proposta foi seguida pelos professores que trabalharam de 4 a 6 semanas com atividades de pesquisa, entrevista, desenvolvimento prático em laboratório e discussão, de acordo com o recurso de planejamento sintetizado na Figura 20.

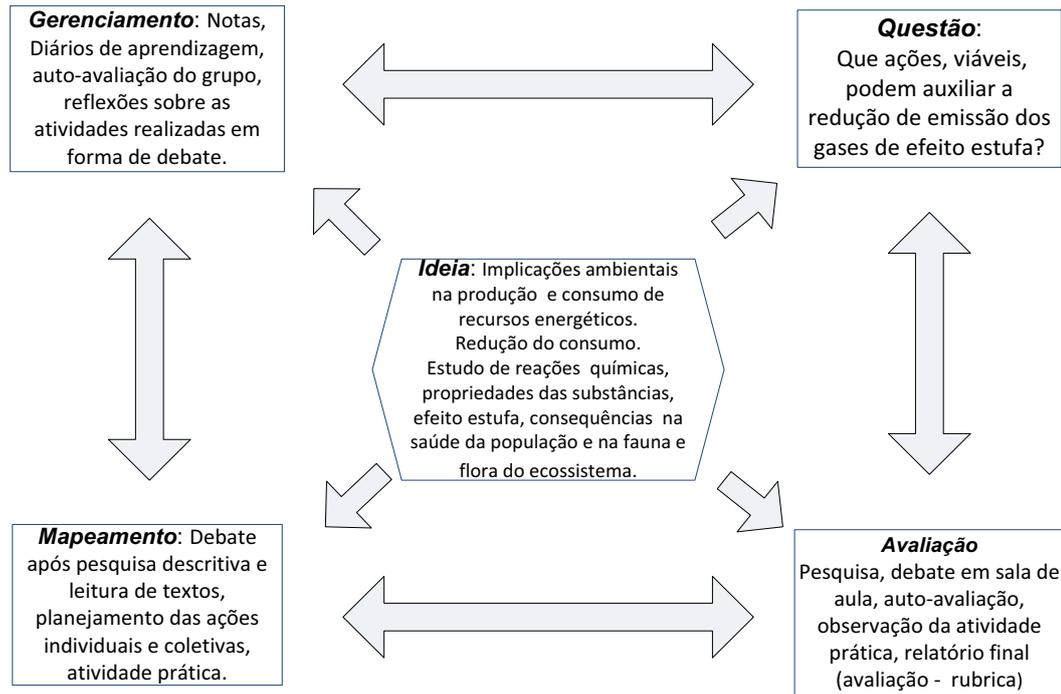


Figura 20 – Recurso de planejamento sobre Fonte de energia e Implicações ambientais.

Para que os alunos pudessem refletir sobre a prática e a atividade desenvolvida, analisando os procedimentos realizados, alguns professores aplicaram a auto-avaliação que foi sugerida em um dos protocolos, apresentado no apêndice E. Esse instrumento de avaliação foi sugerido para ser utilizado após a execução da atividade prática, para a qual os critérios foram estabelecidos e divulgados antes da execução do experimento no formato rubrica. Participaram dessa atividade 79 alunos de ensino médio.

As avaliações com os critérios de qualidade e de domínio preestabelecidos e de conhecimento do estudante, em forma de rubrica, também apresentadas no apêndice E, foram discutidas no curso e sugeridas para as atividades. Foi utilizada uma escala de com quatro níveis, partindo do nível 4 (descrição de critérios que demonstram o nível máximo de desempenho ou traços de excelência) ao nível 1 (descrição dos critérios que evidenciam um nível de desempenho de um iniciante).

A estrutura com base na utilização de rubrica ou avaliação de desempenho que está descrita no Quadro 3 foi apresentada ao professor como proposta e esse discutiu o documento com os seus alunos de forma que esses puderam alterar e/ou sugerir novos aspectos a ser considerado, assim como, sugerir novos critérios se desejassem.

Quadro 3 – Avaliação de Desempenho para uma atividade prática.

| | Critérios para o desenvolvimento da atividade prática | | | |
|--|---|---|--|---|
| | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Seleção dos materiais | Demonstrou que ouviu com atenção as orientações do professor, pois conferiu os materiais que recebeu com a lista do roteiro. | Observou a lista de materiais para conferir os materiais que recebeu. | Demonstrou falta de atenção e falta de cuidado ao conferir a lista de materiais | Demonstrou falta de atenção e falta de cuidado ao conferir a lista de materiais |
| Aplicação das normas de segurança | Seguiu as recomendações de segurança usando as EPI e deixou a bancada limpa e organizada igualmente, ou melhor, que a forma como encontrou. | Seguiu as recomendações de segurança usando as EPI. | Seguiu parcialmente as recomendações exigidas para a prática | Não seguiu as recomendações exigidas para a prática |
| Execução da atividade prática | Manuseou o material adequado com cuidado e montou os equipamentos e/ou vidrarias de forma correta e organizada a fim de garantir uma boa execução do experimento | Manuseou o material com cuidado e montou, corretamente, os equipamentos para execução do experimento. | Manuseou o material sem cuidados e montou os equipamentos/vidraria para execução do experimento. | Demonstrou falta de cuidado ao manusear os equipamentos e vidrarias. |
| Análise dos resultados | Observou e anotou com atenção o que acontece ao misturar as substâncias, além das características de odor, precipitado e cor. Comparou os dados obtidos com as referências na literatura. | Fez anotações sobre todas as etapas. | Registrou poucas observações do experimento. | Não fez registro das observações |
| Trabalho em equipe | Demonstrou autonomia na realização do trabalho e responsabilidade na divisão das tarefas. Equipe atenta nas medidas realizadas, não se dispersando com conversas paralelas. Compartilhou os equipamentos de forma organizada, com os colegas de outras equipes, para garantir uma boa prática coletiva. | Demonstra autonomia na realização do trabalho e responsabilidade na divisão das tarefas e observou todas as etapas do procedimento. | Trabalho realizado em equipe, porém demonstra falta de integração na execução e apresentação dos resultados. | Trabalho desorganizado, demonstrado problemas na integração de equipe |
| Conteúdo do relatório | Relatório escrito, demonstrando domínio dos conteúdos envolvidos utilizando o emprego correto do vocabulário técnico e da língua. Apresentou a conclusão baseada nos resultados obtidos e relacionada aos objetivos. Fundamentou com base nos conceitos teóricos, além de utilizar a bibliografia de fontes fidedignas. | Relatório escrito, demonstrando domínio dos conteúdos envolvidos. Apresenta a conclusão baseada nos resultados obtidos e relacionada aos objetivos e com base nos conceitos teóricos. | Relatório escrito, demonstrando domínio dos conteúdos envolvidos, porém a conclusão não está clara e nem está relacionada aos objetivos da proposta. | Relatório incompleto ou não entregou o documento. |
| Organização do relatório | Relatório contendo todos os itens solicitados de forma clara e organizados. Respondeu a todas as questões do estudo dirigido. Resultados apresentados de forma clara, no formato de tabela ou gráfico. | Relatório contendo os itens solicitados e bibliografia apresentados com clareza e organização. Respondeu a todas as questões do estudo dirigido. | Relatório incompleto ou parcialmente completo. | Relatório confuso apresenta parte da descrição e falta clareza na conclusão. |

O resultado da proposta, aplicada aos alunos de ensino médio, foi objeto de discussão em uma oficina pedagógica, em um dos encontros no curso, no qual o tema principal foi debater a avaliação como processo de aprendizagem tanto para o professor quanto para o aluno, de forma que esse pudesse rever seu conhecimento ou seu desempenho. Após a exposição dos resultados os professores, em equipe, foram convidados a elaborar uma rubrica levando em consideração as possíveis ferramentas que poderiam ser avaliadas, de acordo com os exemplos descritos no Quadro 4.

Quadro 4 – Exemplo de ferramentas a ser avaliadas em um projeto

| Ferramenta | Formato da ferramenta ou do produto |
|-----------------------|--|
| Planejamento | Proposta, estimativa, projeto, fluxograma, cronograma. |
| Treinamento | Programa, manual, modelo de trabalho. |
| Produto de construção | Modelo físico, produto de consumo, sistema, máquina, maquete. |
| Mídia | Base de dados, sites, CD-ROM, gravação em áudio, apresentação em slides, mapa, álbum. |
| Escritos | Relatórios de pesquisa, narrativa, carta, cartaz, resumo, proposta, esboço, ensaio, editorial, roteiros, diário de bordo, portfólio. |
| Apresentação | Discurso, debate, peça, música/letra, relato oral, noticiário, exposição de produtos, seminário. |

Coube aos grupos, compostos de quatro professores aproximadamente, discutirem os aspectos a serem considerados para cada ferramenta ou produto selecionado para a avaliação. A análise da aplicação dessa proposta será discutida no capítulo seguinte, no qual serão objetos de discussão os resultados quanto:

- i. À capacitação docente no curso Educação ambiental, no qual se trabalhou o procedimento didático **Atividade de Campo** e a estratégia de ensino **Registro do Educador**;
- ii. À capacitação Aprendizagem Baseada em Projetos, segundo modelo BIE e incorporando, principalmente, a elaboração do plano de trabalho docente e a avaliação por desempenho; e
- iii. Ao projeto de biocombustíveis que foi aplicado aos três grupos de alunos, ou seja, a dois grupos de ensino médio compostos de 40 e 39 alunos, e a um grupo de ensino técnico de 28 alunos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse capítulo discutirá os resultados obtidos com a intervenção junto ao trabalho docente, por meio do qual foram sugeridas algumas estratégias de ensino, e avaliadas na aplicação de uma proposta de projeto sobre biocombustíveis no contexto escolar. Nesse capítulo, será objeto de discussão ainda a avaliação dos professores que participaram dos cursos de formação, principalmente do de ABP segundo o modelo BIE, com relação a sua contribuição para aplicação de projetos no ensino médio e técnico.

5.1 Resultado da Intervenção nos Projetos de Ensino por Meio de Curso de Formação Continuada

A intervenção proposta foi no sentido de formar agentes de transformação para atuar em programas envolvendo temas relativos ao desenvolvimento energético ambientalmente sustentável, atendendo a uma das competências especificadas pela EPE. Nesse sentido, os cursos de formação continuada de professores em serviço possibilitaram a incorporação de algumas estratégias de ensino importantes e avaliadas conforme descrito nas subseções a seguir.

5.1.1 Projeto de Educação Ambiental e a Estratégia do Trabalho de Campo e Registro do Educador

O curso sobre o desenvolvimento de projetos em Educação Ambiental no contexto escolar, que contou com 30 professores, trouxe uma contribuição expressiva para os participantes, pois propiciou a esses um momento de reflexão e de estudo sobre as atividades pedagógicas, em especial ao trabalhar a educação ambiental. Além disto, propiciou a adoção de novas estratégias de ensino para enriquecer a prática educativa do professor, proposta essa defendida por Nóvoa (1991) que cita a necessidade de investir na prática docente como um espaço de produção de saberes,

ressaltando que, além do saber técnico, é necessário que os docentes sejam criadores e que se comprometam com a educação do educando.

O planejamento da atividade de campo³², discutida no curso e incorporada pelo professor ao desenvolver essa ação na escola, enriqueceu a ação proposta no seu projeto de ensino, pois possibilitou direcionar o olhar do estudante para os temas de interesse para aquela atividade. Isso foi constatado pelo registro dos alunos nos seus diários e no do professor, conforme as narrações a seguir:

“...antes da visita ao Museu (de Energia) iniciei com uma aula sobre as fontes alternativa de energia...construímos o roteiro de discussão...” (Registro do Professor)

“Foi muito interessante observar que construímos um roteiro bem organizado e sequenciado. Durante a caminhada fui orientando e esclarecendo os grupos.” (Registro do Professor)

“Todo mundo achou que era interessante ter estudado antes, aquilo que iríamos aprender. A professora ficou espantada porque ela falou que não esperava tão bom comportamento na visita. Uma aluna disse que era porque a gente sabia antes o que iria ver.” (Registro do Aluno)

Com relação ao registro do educador, é possível verificar um salto de qualidade no olhar do professor quando ele entende que esse processo pode ajudá-lo na construção do seu fazer ou da sua prática docente. Porém, para o desenvolvimento dessa estratégia é necessário que o educador tenha vontade de melhorar a sua prática a partir de uma reflexão, como já foi mencionado, numa perspectiva de situações que facilitem o processo de construção do seu conhecimento e de desenvolvimento de habilidades fundamentais da prática educativa. O resultado foi positivo para 30% dos professores que entenderam a técnica e refletiram sobre a sua prática como um novo poder profissional. Os relatos seguintes retratam essa análise:

“A descrição dos meus registros (professor) possibilitou que eu me remetesse ao momento da aula e pudesse refletir sobre o assunto do trabalho, os pontos a ser melhorado, o que poderia ser removido da aula, pois não apresentaria maiores significados...” (Registro do Professor)

“Comparando os registros do professor com os do aluno foi possível fazer uma avaliação da forma de trabalho utilizada, possibilitando a verificação de que o conteúdo ou ideias que se tinha a intenção de passar foi transmitido e como foi transmitido.” (Registro do Professor)

³² Entende-se como atividade de campo, o trabalho realizado “fora da sala de aula” que, segundo Carvalho (2002) é considerado como recurso para os contextos das diversas disciplinas, na dinâmica dos processos naturais e de diferentes dimensões das relações: ser humano – sociedade – natureza.

“Analisar os registros está sendo muito importante, pois tenho verificado as minhas expectativas, os meus receios e ansiedades. A partir daí, fica mais fácil analisar e avaliar o meu trabalho.” (Registro do Professor)

5.1.2 A Aprendizagem Baseada em Projetos, a Estratégia do Projeto de Ensino e a Avaliação de Desempenho

Diante dos resultados da análise dos projetos de aprendizagem desenvolvidos pelos alunos e em face ao resultado da aplicação do questionário aos professores que desenvolvem projetos em educação ambiental, o curso ABP foi organizado e proposto aos professores. A discussão e a reflexão realizadas no curso de capacitação docente promoveram o desenvolvimento do pensamento sistêmico, pois o professor passou a ter uma visão do conjunto e das partes que compõem o seu projeto de ensino, e de como proceder para acompanhar o projeto de trabalho ou de aprendizado dos alunos, sem encarar o planejamento como ação puramente formal.

Com relação aos objetivos do plano, a princípio os professores-alunos relacionavam todas as competências ou habilidades, hábitos mentais e os padrões de conteúdos relativos ao tema proposto. Aos poucos perceberam a necessidade de identificar e selecionar apenas os que seriam desenvolvidos e avaliados no processo, de acordo com o princípio do método BIE **Comece com o fim em mente**.

Em relação ao princípio **Formule a questão norteadora**, embora todos concordassem que o desenvolvimento de projetos propicia o aprender a aprender por utilizar uma estratégia de resolução de problemas, havia pouco entendimento do que é um problema e de quando uma questão para a qual não conhecemos a resposta constitui um problema. Portanto, a definição da questão norteadora foi uma das dificuldades apresentadas pelos professores, pois todos tinham clareza do tema a ser trabalhado na proposta, porém a proposição do tema em forma de problema para os estudantes foi sentida como algo complexo pela maioria dos professores. Após muita discussão, a questão norteadora foi gerada como ponto de partida que deveria ter um caráter desafiador ou de situação-problema, ampliando a capacidade reflexiva dos estudantes acerca da realidade que os cerca, pois várias questões tinham essa linha de pensamento como às exemplificadas a seguir:

- Questão norteadora 1: “Qual seria a maneira mais fácil para evitar a contaminação da rede de esgoto?” O projeto, que definiu esse problema, partiu da ideia de reciclar o resíduo de óleo de fritura para produção de biodiesel; para tanto, procurou levantar e alterar alguns hábitos sobre o descarte de resíduo de óleo, envolvendo os alunos em atividades de resolução de problema ao processar o biodiesel a partir de resíduo de óleo.
- Questão norteadora 2: “Como executar práticas ecológicas revertendo em recursos materiais ao curso de Nutrição?” O projeto, conduzido pelo professor de uma equipe de curso técnico em Nutrição, selecionou o tema a fim de diminuir o descarte indevido de óleo usado, enfatizando a sua coleta e destinação para outros fins como produção de biodiesel e produção de sabão. A ação inicial desenvolvida foi a de produzir sabão e gerar recursos para as aulas práticas do laboratório de Técnica Dietética. O projeto focou a elaboração de um vídeo informativo em conjunto com um manual explicativo sobre o descarte indevido de óleo, além de incorporar o diário de bordo como ferramenta para acompanhar o processo desenvolvido.
- Questão norteadora 3: “Devemos nos preocupar com a produção de biocombustíveis na nossa sociedade?” A professora buscou desenvolver o projeto discutindo o impacto socioambiental da produção de biocombustíveis em sua região e, dessa forma, envolveu os alunos na investigação do tema por meio de pesquisa seguida de debate. Procurou utilizar diferentes fontes como entrevistar pessoas com diferentes visões e consultar as matérias veiculadas pela mídia local.
- Questão norteadora 4: “Como reduzir a emissão de carbono na minha escola?” é o problema que motivou os alunos de uma escola a aplicar a agenda 21 partindo do resultado de um questionário sobre a emissão de gases de efeito estufa, no qual os alunos apontaram como principais responsáveis pela emissão o setor de transportes, a ação do desmatamento e o uso de combustíveis fósseis. A atividade gerou a implantação de várias ações na escola, localizada em uma cidade com 30.000 habitantes, envolvendo inclusive a fiscalização dos veículos que só poderiam ser utilizados pelos membros da comunidade escolar com, pelo

menos, um passageiro além do condutor do veículo, incentivando assim o transporte coletivo.

5.2 Resultado da Avaliação dos Professores sobre os Cursos de Formação Docente

O conteúdo e a organização do curso de Educação Ambiental foram avaliados no final dos encontros por meio de um questionário. O resultado apresentou as seguintes considerações: o atendimento às expectativas foi apontado como “muito satisfeito” por 52% dos docentes e “satisfeito” para os demais; quanto aos objetivos e metodologia, também foram avaliados com “muito satisfeito” por 59% dos participantes, conforme revela a Figura 21.

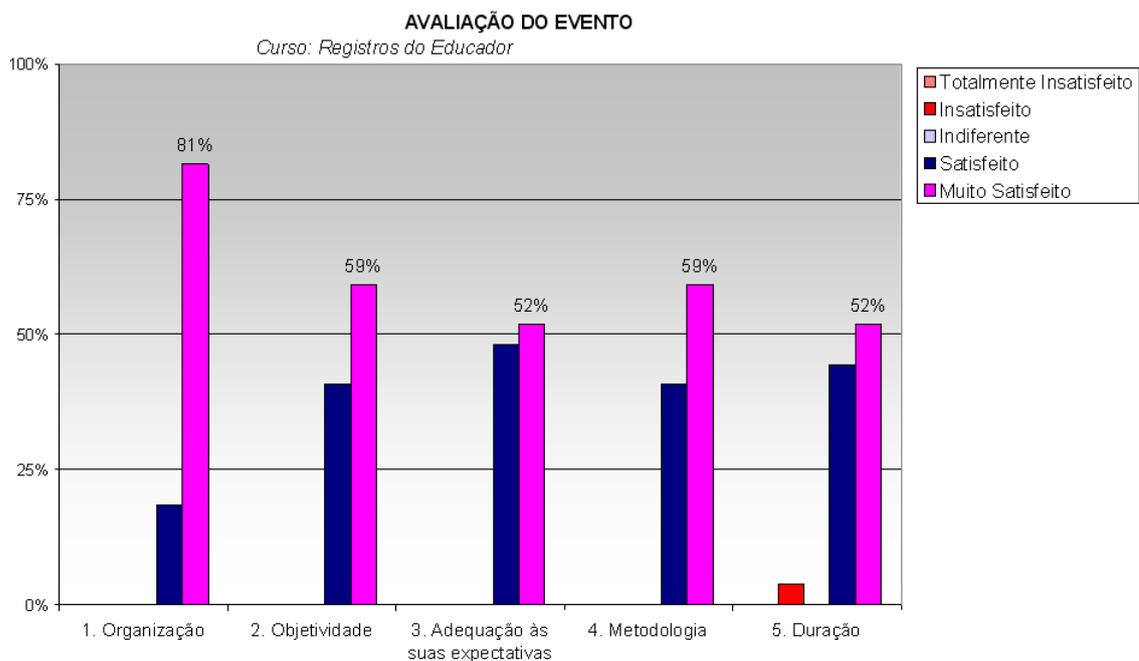


Figura 21 – Avaliação dos participantes do curso Educação Ambiental utilizando o Registro do Educador.

Com relação ao curso de ABP a avaliação se deu no final do curso e foi realizada por meio de questionário (Apêndice H) enviado aos participantes, e cujos resultados são descritos a seguir.

Todos os participantes do curso apontaram que a sequência dos formulários do modelo BIE, ou seja, (a) tema e justificativa, (b) habilidades chave/competências, (c) hábitos mentais, (d) padrões de conteúdo, (e) impactos do projeto, (f) questão

norteadora, (g) definição dos produtos e critérios de avaliação, (h) ferramentas de acompanhamento, (i) cronograma, e (j) processo de gerenciamento, deve ser mantida. Para 70% desses professores o modelo pode ser utilizado para projetos interdisciplinares e/ou qualquer atividade em sala de aula. As atividades contextualizadas receberam 50% de indicação para serem desenvolvidas utilizando o modelo.

Dentre os professores questionados, 85% apontaram que a proposta BIE auxiliou no planejamento e no acompanhamento dos projetos em sala de aula; para 57% dos professores, o modelo foi muito importante para definir os produtos e os critérios de avaliação. No entendimento de todos os professores, por outro lado, o método propicia condições para o desenvolvimento de competências e habilidades e, também, de acordo com 65% dos docentes, o método favorece a formação de valores e atitudes afinados com a ética e cidadania. Ainda, 29% dos professores relacionaram o modelo como uma estratégia que favorece o desenvolvimento de conceitos específicos.

Nesse sentido a proposta de ABP de acordo com o modelo BIE foi aprovada pelos professores que participaram do curso, como é possível verificar inclusive nos depoimentos que foram registrados livremente pelos participantes, como os que são reproduzidos a seguir.

“Uma nova metodologia para projetos, como o BIE, com certeza ajudou e muito no planejamento e desenvolvimento de novos trabalhos.” (Depoimento de P³³1)

“O trabalho com projetos interdisciplinares e mais precisamente o método BIE deve fazer parte de todo processo ensino aprendizagem, pois eles permitem que o aluno seja o protagonista na conquista do saber...” (Depoimento de P2)

“Tive a experiência de trabalhar com o método, é um acompanhamento da aprendizagem que precisa da mediação do professor. O aluno desenvolve a capacidade de tomada de decisão, conviver em grupo além de desenvolver as competências e as habilidades necessárias do componente curricular” (Depoimento de P3)

“A capacitação atendeu e superou minhas expectativas mais otimistas. Aprendi a cientificidade da metodologia de aprendizagem baseada em projetos e isso me fortaleceu enquanto professora e coordenadora de projetos. (Depoimento de P4)

Embora o modelo BIE seja reconhecido como importante para gerenciar projetos, algumas necessidades também foram destacadas por esses professores ao mencionar a

³³ Professor participante do curso

aplicação do método, como é possível verificar em alguns depoimentos, como os apresentados a seguir (grifo do autor deste trabalho).

“O curso foi muito importante para o acompanhamento e prática de projetos. O método BIE fez com eu refletisse minha prática docente e revisse alguns conceitos. ...Acredito que um aperfeiçoamento fará com que o trabalho venha ser cada vez mais rico em conhecimento e levado efetivamente para fora do espaço escolar pelos alunos que prosseguirão seus estudos e ou na busca de um local de trabalho”. (Depoimento de P5)

“A avaliação apresentada é bem completa, entretanto considero que em algumas situações do dia-a-dia fica difícil aplicar este planejamento de maneira integral.” (Depoimento do P6)

“O método BIE é muito interessante no que se refere a boa documentação de um projeto, desde a sua concepção, desenvolvimento e avaliação final. Entendo, portanto, que para colocarmos tal metodologia em prática, faz-se necessário a realização de outros eventos que proporcionem o aprofundamento sobre tal.” (Depoimento P7)

Esses depoimentos vão ao encontro do resultado da avaliação da aplicação do método, segundo o qual 50% dos docentes citaram a necessidade de um acompanhamento com orientações para aplicação do método, enquanto que 43% dos professores apontaram a necessidade de mais cursos de capacitação, e 36% de mais oficinas pedagógicas. Apenas para 7% dos professores, um material descrevendo o método é suficiente para segui-lo.

Um dos aspectos do modelo mais destacado pelos participantes foi com relação à proposta de avaliação ou quanto à forma de avaliar, usando principalmente os critérios de desempenho e de qualidade para os produtos definidos para o início, meio e fim do projeto. Eles perceberam que, ao definir critérios de desempenho, é possível avaliar a articulação dos conhecimentos prévios e aplicados com as habilidades e os hábitos mentais básicos desenvolvidos durante o projeto. Os instrumentos de avaliação foram desenvolvidos baseados no modelo de rubrica que parte de critérios estabelecidos para cada aspecto do produto ou da tarefa avaliada. Alguns depoimentos fizeram menção a essa estratégia de avaliação, como os seguintes:

“Quanto ao formato da avaliação vejo como ideal e viável, pelo menos, para iniciar a proposta, haja vista a necessidade de interferência do aluno nesse processo, pois, a medida que ele participa, inclusive, nos critérios de desempenho, aguça sua criticidade e senso de responsabilidade; o que chamamos de contrato faz com que seu comprometimento aumente em relação às atividades gerais, responsabilizando-se, inclusive, pela performance de outros grupos, se a condução do projeto tiver um caráter de realização para a sala ou curso, e não só de uma atividade.” (Depoimento do P8)

“Sabendo exatamente o que vai ser cobrado dos alunos é possível direcionar mais adequadamente o trabalho.” (Depoimento do P9)

“Quanto aos critérios de avaliação se o aluno o reconhece previamente ele vai agir com mais determinação...” (Depoimento do P10)

“...tenho a destacar a rubrica atende como instrumento de controle podendo a partir do processo de ensino-aprendizagem o orientador se nortear para fazer ainda em tempo um incentivo de correção de rumos no projeto e demonstrar os riscos inerentes ao processo criativo.” (Depoimento do P10)

Os cursos, tanto sobre educação ambiental quanto sobre a estratégia de ABP propiciaram a reflexão do professor, estimulando a mudança da prática docente no tocante ao desenvolvimento e gerenciamento de projetos no contexto escolar.

5.3 Resultado da Aplicação do Projeto sobre Biocombustíveis

A proposta desenvolvida pelos professores de química foi aplicada no ensino médio de três escolas localizadas em diferentes cidades e todas seguiram o modelo de avaliação em forma de rubrica, ou seja, os critérios foram definidos antes do desenvolvimento das ações adotadas no projeto. As turmas que participaram da proposta eram compostas de três grupos, ou seja,

- Grupo A com 40 alunos;
- Grupo B com 39 alunos;
- Grupo C com 28 alunos;

Pela descrição dos alunos envolvidos, foi possível verificar que o projeto promoveu um estudo desenvolvendo, principalmente, conteúdos relativos à área de química. Também foram trabalhados conteúdos relativos à área energética associada às questões ambientais, assim como habilidades cognitivas como capacidade de argumentação, seleção, análise, avaliação e tomada de decisão para propor ações.

Uma das atividades propostas foi com relação à execução de atividades práticas, o que propiciou o desenvolvimento de algumas concepções sobre os combustíveis e suas propriedades. Parte dos alunos, os dos grupos A e B, executaram a atividade intitulada “Etanol: identificando a sua solubilidade e quantificando o teor na gasolina”, enquanto que os do grupo C trabalharam com a atividade “Produção de álcool etílico”. Após a execução da atividade os alunos realizaram a auto-avaliação sobre o

experimento, utilizando um instrumento o qual continha dois campos, em que se solicitava ao estudante relatar, respectivamente, o que aprendera e o que mudaria com relação às atividades desenvolvidas. O resultado da auto-avaliação permitiu verificar o que será discutido nas subseções a seguir.

5.3.1 Concepções em relação ao conhecimento químico revelados pelos alunos na auto-avaliação

Dos 79 alunos que participaram da atividade prática “Etanol: identificando a sua solubilidade e quantificando o teor na gasolina”, 30% fizeram menção às concepções relativas ao conhecimento químico como conceito de solubilidade, polaridade das substâncias ou características físico-químicas das substâncias e misturas, assim como determinação de teor de álcool na gasolina. Os estudos que envolvem fases de uma mistura e as características físico-químicas das substâncias e misturas foram lembrados por 7% do total. Com poucas citações, os estudos de densidade e de interações intermoleculares foram apontados também como conceitos aprendidos.

O grupo com 28 alunos, os quais desenvolveram a atividade prática “Produção de álcool etílico”, citaram como conhecimento na auto-avaliação o seguinte: 70% registraram a produção de etanol por meio de destilação, destacando a importância da atenção na leitura da temperatura para o recolhimento do etanol e não da água. Algumas equipes fizeram menção à forma de preparar o caldo para a reação de fermentação e sua importância para obter o maior e melhor resultado de etanol. A verificação do Brix³⁴ de uma solução com o uso de um refratômetro, assim como a concentração de álcool em solução foram assuntos indicados por uma das equipes.

Realizar análises físico-químicas do etanol como inflamabilidade, viscosidade, assim como a proporção de produto e subproduto no processo em relação à quantidade de caldo fermentado foram conhecimentos apontados por uma equipe que realizou o experimento, o que indica que a atividade propiciou outros conhecimentos além dos previstos.

³⁴ Brix (símbolo Bx) é uma escala numérica que mede a quantidade de sólidos solúveis em uma solução que contém sacarose.

5.3.2 Conhecimentos relativos aos biocombustíveis, à questão energética e à questão ambiental

No grupo A, ao se discutir a relação da energia com a mudança climática, 80% dos alunos apontaram a queima dos combustíveis fósseis como a maior causa, os demais relacionaram, como responsável, a geração e o consumo de energia.

Com relação às fontes de energia renováveis presentes no Brasil os alunos apontaram a produção de biodiesel e do etanol como principais fontes alternativas de energia seguida das energias eólicas, hidrelétrica e solar. Ressaltaram a importância das fontes energéticas, porém, ao descrever sobre a situação do Brasil no cenário mundial registraram algumas afirmações equivocadas como “O Brasil é o maior produtor de biodiesel”, “Energia renovável é aquela que não degrada o meio ambiente, pois é diferente do petróleo”. Essas afirmações foram objeto de discussão para esclarecimento dos alunos.

O conhecimento sobre a redução de emissão de gás carbônico proporcionada pela adição de álcool na gasolina foi destacado por 31% dos alunos que citaram como algo aprendido no projeto, após a pesquisa e debate realizado em sala de aula. Essa discussão gerou o estudo sobre a reação de combustão do etanol e da gasolina.

Um item debatido na equipe B foi com relação ao aquecimento global, para o qual 94% dos alunos indicaram que a sua causa é o efeito estufa, resposta apresentada no questionário aplicado após a pesquisa e discussão. Os demais associaram o aquecimento às ações do homem no ecossistema.

O debate nos três grupos gerou ainda algumas proposições de ações que foram divididas em individuais e em nível de poder público. Entre as individuais foram citadas: a utilização de transporte coletivo em substituição ao de carro particular, a redução de lixo gerado ou coleta de lixo reciclável, o plantio de árvores, a escolha de um carro com redução na emissão de CO₂, e a utilização de bicicletas. As ações requerendo a atuação do poder público citadas foram: redução do desmatamento e das queimadas, o estímulo à produção de carros que emitam menos poluentes, políticas para uso de combustíveis renováveis, o incentivo ao reflorestamento e a fiscalização das indústrias e do uso de veículos que poluem a atmosfera. É possível verificar que

esse tipo de atividade envolve o aluno no exercício de construir argumentos levando-o a uma reflexão que pode resultar em ação.

No grupo A, a discussão sobre os biocombustíveis e a denominação dada a eles como combustíveis “limpo” ou “verde” resultou no seguinte debate. Para 60% desses alunos os termos estão inadequados porque há problemas com as queimadas e/ou com a degradação do ambiente que, embora seja menor, ainda persiste. Os demais afirmaram que os termos podem ser utilizados para o biodiesel e etanol e o argumento para essa posição é que a emissão de CO₂ liberada é compensada no campo, pois a planta que gera o biocombustível absorve o gás carbônico da atmosfera e, assim, consideraram como correta a denominação dada a esses combustíveis renováveis.

5.3.3 Conhecimento relativo a conteúdo procedimental e atitudinal

No grupo B, após pesquisa e debate, foi questionado ao aluno se a emissão de CO₂ de um veículo poderia interferir na compra desse carro, supondo que ele tivesse condições para adquirir esse bem no momento. O resultado da pesquisa apresentou resposta afirmativa para 43% dos pesquisados que mencionaram dar preferência para a marca e a potência do veículo, enquanto que 57% se posicionaram contrariamente à compra de um carro que apresentasse um alto grau de emissão, tendo em vista o problema ambiental. É provável que numa pesquisa desvinculada do estudo, esse resultado tendesse para a aquisição do carro, por se tratar de um tipo de bem que figura entre os mais cobiçados por boa parte da população, principalmente, pelos jovens. Porém o conhecimento e a troca de idéias sobre os problemas, aos poucos, muda a concepção das pessoas sobre os padrões de consumo, assim como ocorreu com relação ao uso do transporte coletivo em vez de se usar o carro, conforme sugestão de alguns estudantes ao indicar possíveis ações individuais.

Com relação às ações sugeridas pelos alunos, que poderiam ser introduzidas como práticas para minimizar o problema de emissão de CO₂ e nas quais os alunos também poderiam dar sua contribuição, as respostas se dividiram em: ações como plantar árvores e coletar o lixo reciclável: apontada por 19% das respostas; a utilização de transporte coletivo: ação indicada por 20% dos alunos; a ideia de se consumir a

energia de forma responsável: citada por 11% dos alunos; e a introdução de projeto sócio ambientais, a adesão aos combustíveis renováveis, assim como reduzir o consumo de água: ações apontadas por cerca de 8% dos alunos. Poucos, representando 4%, indicaram como ações a preservação ambiental e a implantação de rodízio de veículos.

Algumas habilidades ou conteúdos procedimentais foram apontados na auto-avaliação como conhecimentos adquiridos e aprendidos como, por exemplo: fazer medidas de volume, realizar transferência de materiais, necessidade de se trabalhar com segurança, técnicas adequadas de laboratório, definição de critérios para avaliação e manuseio de vidrarias com segurança. Isso é importante, pois, o aluno, em uma situação de avaliação tradicional em forma de prova, não percebe que habilidades procedimentais fazem parte do seu aprendizado. O mesmo foi possível verificar com as atitudes ou os hábitos mentais que também foram mencionados como, por exemplo, ler as instruções antes de se realizar o experimento, manter limpa a bancada, trabalhar em equipe, praticar a técnica de observação, utilizar os materiais do laboratório com cuidado, trocar ideias e desenvolver mais habilidades e atitudes do que conteúdos.

Foi possível verificar que as ações desenvolvidas no projeto permitiram uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem como foi destacado pelos depoimentos dos alunos, alguns dos quais reproduzidos a seguir:

“Como é interessante abranger os conteúdos como interações dipolo-dipolo e... com uma atividade prática.”;

“Ficou fácil entender solubilidade e ligação polar e apolar”;

“Uma nova forma de trabalhar” e

“A atividade possibilitou interação e troca de idéias permitindo ganho de conhecimento”.

Relatos mencionados por alguns alunos fazem menção à rubrica ou à atividade da avaliação em forma de rubrica como, por exemplo:

“É importante definir antes o que vai ser avaliado”;

“... aprimorei a atenção aos instrumentos de medidas utilizadas nas análises para evitar erros”.

Alguns procedimentos simples e que, em muitos casos, não são seguidos em atividades práticas, receberam, por conta da rubrica, uma atenção especial, o que foi

possível verificar por meio dos depoimentos que foram apresentados, como os expostos a seguir.

“Antes de fazer o experimento, é preciso ler as instruções”

“precisamos ter cuidados ao manusear as substâncias”.

Em relação ao item sobre o que o aluno mudaria ao repetir a atividade, os alunos que desenvolveram a prática experimental “Etanol: identificando a sua solubilidade e quantificando o teor na gasolina”, em sua maioria disseram que não mudariam nada. Porém algumas sugestões foram apresentadas, essas se relacionando: (i) ao ambiente que era muito fechado para o experimento com um produto que exalava cheiro; e (ii) à alteração na sequência dos ensaios. Com relação ao experimento “Produção de álcool etílico”, 60% dos alunos registraram que mudariam a matéria-prima para produção do caldo para fermentação a fim de melhorar o rendimento do álcool. Outros sugeriram partir de diferentes matérias-prima para fins de comparação do rendimento.

Os indicadores de domínio e critérios apresentados na auto-avaliação foram preenchidos, com a maioria dos registros apontando para a coluna que indicava *sim*. Não obstante, as colunas do *não* e a de *em partes* também receberam alguns registros, indicando o reconhecimento do aluno ao assumir que não adquiriu totalmente o indicador de domínio solicitado.

Entre as competências desenvolvidas no projeto são exemplificadas algumas, como: argumentar sobre o uso do termo combustível “limpo” e “verde”, por exemplo; apresentar oralmente o resultado da atividade “Produção de álcool etílico”; escrever um relatório seguindo o roteiro estabelecido; tomar notas sobre observações apontadas durante experimento e após resumir, editar e publicar. Essas ações levaram os estudantes a desenvolver competências e habilidades, importantes, relativas à comunicação.

No trabalho em equipes foi possível ao professor perceber competências como delegar e atribuir papéis, assim como resolver conflitos, utilizando estratégia de conciliação.

Coube aos professores prever no seu projeto de ensino e, assim, orientar os estudantes sobre a cooperação ou o compromisso no trabalho em equipe, discutindo a necessidade de saber ouvir e aceitar opiniões diferentes, além da importância de ser

participativo e solidário. Com esse acompanhamento a participação do professor foi ativa, possibilitando reunir o conhecimento de vários indivíduos e proporcionando o crescimento de todos. Sendo assim, o professor reconheceu a importância de definir os critérios de desempenho, pois por meio dessa definição percebeu as diferentes operações desenvolvidas nos projetos. Entre essas operações estão: categorizar e analisar, avaliar evidências, gerar idéias, utilizar estratégia de pesquisa, organizar, sintetizar e classificar informações, definir e escrever problemas, gerar hipótese baseadas na informação, extrair conclusões justificadas e utilizar estratégias de tomada de decisão, enfim uma estratégia de resolução de problema que propicia o pensamento crítico dos envolvidos.

Os professores relataram que o modelo de rubrica, no qual o aluno conhece os critérios preestabelecidos para avaliação, leva o aluno a se comportar de forma diferente. A primeira impressão é que o professor está facilitando o processo educativo, apresentando o que será cobrado, porém aos poucos o docente percebe que essa prática muda o olhar do educando sobre o seu aprendizado.

No geral os professores aprovaram essa forma de avaliar, pois perceberam a possibilidade de avaliar competências relativas aos conteúdos procedimentais e atitudinais, em especial para os trabalhos de conclusão de curso, que têm um caráter de projetos. Foi possível verificar essa aprovação nos relatos apresentados no questionário sobre a avaliação do modelo trabalhado e aplicado nas escolas, os quais apontam, em alguns casos, a dificuldade sentida pelo professor, em especial, na elaboração dos critérios de acordo com os níveis de desempenho, como apontado no relato apresentado a seguir.

“A maior dificuldade que encontro é saber realmente avaliar cada item,... A dificuldade reside também em enquadrar os itens avaliados na escala apresentada de maneira correta. ...A avaliação apresentada é bem completa, entretanto considero que em algumas situações do dia-a-dia fica difícil aplicar este planejamento de maneira integral.” (Depoimento de P11)

“...esse método de avaliação é bem abrangente, conseguimos analisar todos os aspectos do projeto amplamente, de uma maneira que é possível dar uma devolutiva importantíssima tanto para o professor orientador quanto aos alunos avaliados”. (Depoimento de P12)

6 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES FINAIS

A energia está intimamente relacionada com o desenvolvimento de um país e as ações que impulsionam tal desenvolvimento refletem impactos ambientais preocupantes, os quais necessitam de práticas que possam eliminar os danos ambientais mais graves e ações que minimizem os problemas que vem agravando o planeta. Dessa forma, discutir e introduzir estudos sobre fontes renováveis de energia na educação básica se torna de fundamental importância, pois permite trabalhar a sua relação com o contexto social fazendo a conexão entre energia, tecnologia e meio ambiente. Esse processo propicia a capacidade de análise e de planejar múltiplas alternativas para solução de problemas e o desenvolvimento do pensamento sistêmico e crítico, de modo que se possa formar um agente de transformação para atuar em programas com práticas e ações mencionadas.

Nesse cenário é essencial colocar o estudante frente aos problemas da realidade, permitindo trabalhar elementos como, por exemplo, alterar o padrão de consumo, inovar produtos e processos que propiciem menor consumo de energia e de emissões de poluentes, enfim, desenvolver comportamentos que promovam o uso racional de energia. Diante disso, as questões sobre fontes alternativas de energia têm despertado o interesse do aluno da educação básica, em especial, quando é convidado a estudar uma situação-problema vivenciada fora da sala de aula. Porém, na maioria das vezes, essas abordagens ficam restritas ao ambiente escolar com algumas atividades extracurriculares e gerenciadas pela equipe de alunos com pouca interferência do professor que acompanha e apóia, mas sem uma proposta pedagógica elaborada para esse fim.

Ao constatar essa situação procurou-se intervir por meio desse estudo no processo educativo, mediante a formação dos professores em exercício, de modo que esses puderam aplicar os conceitos e procedimentos discutidos nos cursos, propiciando uma melhoria do processo de ensino-aprendizagem. Mediante o trabalho desenvolvido no curso foi possível verificar que o modelo proposto contribuiu para modificar a percepção do professor sobre a forma de desenvolver e conduzir projetos interdisciplinares na escola. Por meio da intervenção realizada, o professor passou a

acompanhar o processo desde o seu início, monitorando e avaliando os diferentes instrumentos incorporados à sua prática e, por meio desses, refletir sobre seu projeto de ensino e verificar, nos projetos dos alunos, as diversas competências cognitivas desenvolvidas.

No desenvolvimento da proposta elaborada, segundo a estratégia de ensino ABP com o tema biocombustíveis, foi possível perceber que a estratégia propiciou o desenvolvimento de conceitos das diferentes áreas do conhecimento, transpondo a abordagem disciplinar e relacionando os assuntos discutidos e estudados com a realidade e o contexto fora dos muros da escola. A ABP, portanto, permitiu ao aluno mobilizar competências como: analisar dados dos diferentes combustíveis; fazer previsões sobre o impacto que determinado combustível poderá causar ao ambiente; identificar as características dos diferentes combustíveis e argumentar sobre fenômenos ou situações que envolvam energia.

O curso promoveu, para grande parte dos professores, um momento de reflexão e troca de experiência, proporcionando a esses uma orientação conceitual, verificada durante as discussões, e aprendizagem profissional constatada na elaboração dos projetos de ensino e na aplicação do seu plano no contexto escolar. A continuidade do curso ou de novos cursos foi levantada por alguns dos professores que sentiram a necessidade de um acompanhamento para implantação da proposta, demonstrando certa insegurança ao inovar a sua prática docente.

Portanto, a contribuição do presente trabalho se deu ao instrumentalizar o professor na condução de um processo educativo que permitiu a formação integral do aluno com habilidades, hábitos mentais, perspectivas e valores para uma vida sustentável, formando o estudante para exercer sua cidadania ao atuar como usuário do combustível usando eficientemente a energia nos diversos setores. Essa formação permite aos egressos, tanto do ensino médio quanto do técnico, uma nova postura perante a sociedade, em condições, portanto, de participar de decisões importantes com relação à matriz energética brasileira e uso de recursos naturais, buscando mecanismos que promovam a sustentabilidade e, assim, minimizar o efeito causador do aquecimento do planeta.

Com relação ao tema biocombustíveis e a sua participação no cenário brasileiro, para as próximas décadas é preciso levar em conta os problemas levantados e buscar ações para minimizar as inquietações que afetam a sociedade, pois:

- Os dados apontados e discutidos durante o desenvolvimento do trabalho revelam que o número de automóveis tende a aumentar e com isso haverá também um aumento da demanda de combustíveis, dominando ainda os de origem fósseis.
- A mudança do clima, muito discutida atualmente, pode estar relacionada com as emissões geradas pela queima de combustíveis fósseis e, conseqüentemente, o transporte é o maior responsável.
- A humanidade necessita de indivíduos preparados para atuar na sociedade, buscando agir pelo bem estar da coletividade e com competências necessárias para acompanhar as mudanças que caracterizam a produção tecnológica e a interferência dessa tecnologia na natureza.

O cenário exige novos estudos, ou seja, tanto na área da tecnologia, buscando melhorar a eficiência na utilização da energia, quanto da inovação ou descoberta de novos produtos e de processos, regados de competências no campo do conhecimento e de operação como o de resolução de problemas com ética e sensibilidade, possíveis por meio da pesquisa e da educação. Essa é a estratégia para que os estudos dos biocombustíveis, tanto do etanol quanto do biodiesel, que podem ser os pioneiros no desenvolvimento de combustíveis renováveis, permitam abrir as portas para as inovações de processos e de produtos, resultando em um futuro melhor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, H. N. N. de. Créditos de carbono. Natureza jurídica e tratamento tributário. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 9, n. 809, 20 set. 2005. Disponível em: <<http://www.buscalegis.ccj.ufsc.br/revistas/index.php/buscalegis/article>>. Acesso em: 13/07/2010.

ANDRADE, H. G. Using rubrics to promote thinking and learning. **Educational Leadership**, v.57, n.5, 2000, p.13-18

ARAÚJO, U. F. **Temas transversais e a estratégia de projetos**, São Paulo: Editora Moderna, 8^o edição. 2008.

AUGUSTO, T. G. da S.; CALDEIRA, A. M. de A.; CALUZI, J. J. e NARDI, R. Interdisciplinaridade: Concepções de professores da área ciências da natureza em formação em serviço. **Ciência & Educação**, Bauru, vol.10, n.2, 2004, p. 277-289.

BARBOSA, E. F.; CONTIJO, A. F.; SANTOS, F. F. O método de Projetos na Educação Profissional. **Educação em Revista**, n^o 40, Belo Horizonte, MG, dez, 2004, p.187-212

BIAGIOTTI, L. C. M. **Conhecendo e aplicando rubricas em avaliações**. 2005. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/007tcf5.pdf>> Acesso em: 25/03/2009.

BIATO, M. F. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: **UNILEGIS**, 2004.

BRASIL. MCT. (Ministério da Ciência e Tecnologia). **Decreto que dispõe sobre a estrutura e o funcionamento do Conselho Nacional de Política Energética – CNPE**. Decreto n^o 3.520 (2000); Brasília, junho, 2000.

BRASIL, SEMTEC. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRASIL MCT. **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa**, 2009. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/17344.html>>. Acesso em: 30/10/2009.

BRASIL. MCT. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa** - Emissões de gases de efeito estufa por fontes móveis, no setor energético, 2006. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/17341.html>>. Acesso em 26/06/2009.

BRASIL. MCT. **Convenção sobre Mudança do Clima** (tradução) 1992. Disponível em: <http://www.scribd.com/full/7917646?access_key=key-29kv1gf8etkj3kyrute7>. Acesso em: 08/09/2010.

BRASIL. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (Ensino Médio): Bases Legais, Brasília: MEC.2000.

BRASIL. MEC., **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. MMA. (Ministério do Meio Ambiente). **Lei que dispõe sobre Educação Ambiental**. Lei nº 9795/1999. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>>. Acesso em 19/03/2006.

BRASIL. MMA. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Lei 6.938/1981, 1981. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L6938.htm>> Acesso em: 15/04/2008.

BRASIL. MME. (Ministério de Minas e Energia). **A política de petróleo, gás natural e combustíveis**, 2010. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/spg/menu/politica_depetroleo.html>. Acesso em: 25/06/2010.

BRASIL. MME. Lei que autoriza a criar a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia. Lei nº 10.847/2004. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/lei200410847.pdf>>. Acesso em: 18/06/2007.

BRASIL. MME. **Lei que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira.** Lei n.º 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acesso em: 18/06/2007.

BRASIL. MME. **Caderno de Energia EPE - Perspectiva para o etanol no Brasil,** 2008. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Petroleo/Paginas/Estudos_28.aspx>. Acesso em: 05/03/2009.

BRASIL. MME. **Plano Nacional de Energia 2030,** 2008. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pne/forms/empreendimento.aspx>>. Acesso em: 11 Abr. 2010.

BRAUN, S.; APPEL, L. G. e SCHMAL, M. A poluição gerada por máquinas de combustão interna movidas a diesel - a questão dos particulados. Estratégias atuais para a redução e controle das emissões e tendências futuras. **Química Nova**, vol.27, n.3, 2004, p. 472-482.

BRÜSEKE, F. J. O problema do desenvolvimento sustentável, In: Cavalcanti, Clovis (Org). **Desenvolvimento e Natureza: estudo para uma sociedade sustentável.** São Paulo: Cortez; Recife, Pe: Fundação Joaquim Nabuco, 1998, p.29-40.

CÁNEPA, D. L. **Alternativas de constituição da cadeia produtiva do biodiesel na perspectiva dos centros P&D.** 108f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

CAPORALI, R. **Do desenvolvimento econômico ao desenvolvimento sustentável.** Disponível em: <http://www.unilivre.org.br/centro/f_textos.htm>. Acesso em: 11/04/2006.

CARDOSO, A. A.; MACHADO, C. M. D. e PEREIRA, E. A. Biocombustível, o mito do combustível limpo. **Química Nova na Escola**, nº 28, maio. 2008.

CARVALHO, L. M. de. Educação Ambiental e a Formação de Professores. In: **Oficina panorama de educação ambiental no Brasil,** 2000, Brasília. Panorama da Educação Ambiental no Ensino Fundamental. Brasília: Ministério da Educação. v. 1, 2000, p. 55-64.

CARVALHO, L. M. de. Educação Ambiental e os trabalhos de campo. In: SAUVÉ, L.; ORELLANA, I.; SATO, M. (Org.). **Textos escolhidos em educação ambiental: de uma América à outra**. 01. ed. Montréal, v. 02, 2002, p. 277-282.

CARVALHO, L. M. de. Educação e Meio Ambiente na Escola Fundamental. **Projeto Revista de Educação**, Porto Alegre, v. 2, 1999, p. 3/5-3/9

CIMA, F. M. **Utilização de indicadores energéticos no planejamento energético integrado**. 208f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Ciências em Planejamento Energético da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

COHEN, C. **Padrões de consumo: desenvolvimento, meio-ambiente e energia no Brasil**. 237f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2002.

CONFEA (Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia). **Mercado de trabalho para o engenheiro e tecnólogo no Brasil**. 2008. Disponível em: <http://www.confea.org.br/revista/materias/edicao_12/materia_07/materia.asp>. Acesso em: 10/11/2008.

CONTI, J. B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. **Revista do Departamento de Geografia**, FFLCH-USP. São Paulo/SP, 16, 2005, p.70-75.

COSTA NETO; P. R. *et al.* Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, 23 (4) 2000, p. 531-537.

COSTA, F.C. **Centro Nacional de Gestão de Bionegócios – CENABIO: uma estrutura de fomento para biocombustíveis**. Dissertação para obtenção da titulação mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento. UFFC, 2006.

COSTA, F.C.; HOESCHL, H.C. Gestão do conhecimento na cadeia produtiva de biodiesel. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 1. **Anais do Congresso Brasília: Mct/Abipti**, 2006, p.30-34.

DAVIS, C., NUNES, M. M. R. e NUNES, S. C. A. A. Metacognição e sucesso escolar: articulando teoria e prática. **Caderno de Pesquisa**, vol.35, n.125, 2005, p. 205-230.

DAZZANI, M., *et al.* Explorando a Química na determinação do teor de álcool na gasolina. **Química Nova na Escola**, n.17, 2003, p.42-44.

DEPRESBITERIS, L. Avaliando competências na escola de alguns ou na escola de todos? **Boletim Técnico do SENAC**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 3, set./dez. 2001, p. 36-47. Disponível em: <<http://www.senac.br/boletim>>. Acesso em: 12/09/2009.

DIAS, G. F.. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 5ª edição. São Paulo: Gaia, 1992, p. 400.

DIAS, R.A. **Desenvolvimento de um modelo educacional para a conservação de energia**. 130f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2003.

DIAS, R. A., BALESTIERI, J. A. P., MATTOS, C. R. Um exercício de uso racional da energia: o caso do transporte coletivo. **Caderno brasileiro de ensino de física**. Florianópolis, vol. 23 n. 1. 2006. p. 1-140.

DINCER, I. Environmental impacts of energy. **Energy Policy**, 27, 1999, p. 845-854.

ECHEVERRÍA, M. D. P. P.; POZO, J. I. Aprender a Resolver Problemas e Resolver Problemas para aprender. In: POZO, Juan Ignacio (Orgs.). **A Solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed. 1998.

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. da S.; SCABIO, A. Biodiesel de soja: taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**, vol.28, n.1, 2005, p. 19-23.

FUSARI, J. C. **O planejamento do trabalho pedagógico: algumas indagações e tentativas de respostas**, 1998. Disponível em: <<http://www.smec.salvador.ba.gov.br/site/documentos/espaco-virtual/espaco-praxis->

pedagogicas/GEST%C3%83O/o%20planejamento%20do%20trabalho....PDF>.
Acesso em: 20/11/2009.

GOLDBERG, M. A. A. Avaliação e planejamento educacional: problemas conceituais e metodológicos. **Cadernos de Pesquisa**, 1993. Disponível em: <<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/cp/arquivos/231.pdf>>. Acesso em: 02/12/09.

GOLDEMBERG, J e VILLANUEVA, L. D. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Edusp, 2003. 226 p.

GOLDEMBERG, J. and LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados**, vol.21, n.59, 2007, p. 7-20.

GOLDEMBERG, J. Energia E Desenvolvimento. **Estudos Avançados**, vol.12, n.33, 1998, p. 7-15.

HADJI, C. **Avaliação desmistificada**; Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

HENRIQUES, A. G. **Convenção quadro das Nações Unidas sobre alterações climáticas**. 2009. Apresentação em slides. Disponível em: <https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/323112/1/convencao_sobre_alteracoes_climaticas.PDF>. Acesso em: 23/03/2010.

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

HERNANDEZ, F. e VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho**. 5^a. ed. Porto Alegre: Artes Médicas. 1998.

HOUAISS A; Villar M.S. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. 1a Ed. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2001.

IMPROTA, R. L. 182 f. **Implicações socioambientais da construção de um parque eólico no município de Rio do Fogo**. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

JANNUZZI, G. de M.; SWISHER, J.N.P. **Planejamento integrados recursos energéticos: meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis**. Campinas: Autores Associados, 1997, 246 p.

KANDPAL, T. C.; GARG, H.P. Energy education. **Applied Energy**, 64, 1999, p. 71-78.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

LIMA, P. C. R. **O biodiesel e a inclusão social**. 2004. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/internet/diretoria/conleg/estudos/2004_676_estudo.PDF>. Acesso em: 14/-09/2005.

LUCAS, A. M. The role of science education in education for the enviroment. **Journal of environmental education**, v. 12, n. 2, 1980/81, p. 32-37.

LÜCK, H. **Pedagogia Interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológico**. 9. Petrópolis: Ediitora Vozes, 1994.

LUCKESI, C. C. **Filosofia da Educação**. São Paulo: Cortez Editora, 1994.

MACEDO, L. Competências: Uma Visão Construtivista. **Ensaio Pedagógicos**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2005, Pp.59-81.

MACHADO, N. J. **Educação: projetos e valores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2000. p. 158.

MALUF, R. Atribuindo Sentido à Noção de Desenvolvimento. **Estudos Sociedade e Agricultura**, n.15, outubro, 2000, p. 53-86.

MARCOCCIA, R. **A participação do etanol brasileiro em uma nova perspectiva na matriz energética mundial**. 95f. Dissertação (Mestrado em Energia) - Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (IEE / EP/ IF / FEA), da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

MARIANO, J.B. **Impactos ambientais do refino de petróleo**. 289f. Dissertação (Mestrado em Engenharia - Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

MARINI, J. A. e Rossi, L. A. Sistematização do dimensionamento técnico e econômico de sistemas fotovoltaicos isolados por meio de programa computacional. **Engenharia Agrícola**, vol.25, n.1, 2005, p. 67-75.

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

MARTINS, J. S. **O trabalho com projetos de pesquisa do ensino fundamental ao ensino médio**. 2. ed. Campinas: Papyrus, 2002.

MIZUKAMI, M. da G. N.. Aprendizagem da docência: professores formadores. **E-Curriculum**, São Paulo, v. 1, n. 1, dez. – jul. 2005-2006. Disponível em <http://www.pucsp.br/ecurriculum>. Acesso em 15/04/2010.

MONTEIRO, M.A.A; GERMANO, J.S.E.; MONTEIRO, I.C.C. e GASPAR, A. Proposta de atividade para abordagem do conceito de entropia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, ago. 2009, p. 367-378.

MORIN, E. **Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios**. São Paulo: Cortez, 2002.

NEIVA, J. **Conheça o Petróleo**. 4 ed. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1983.

NEWBOROUGH, M.; PROBERT, D. Purposeful energy education in the UK. **Applied Energy**. 48, 1994, p.243-259.

NOGUEIRA, N. R. **Pedagogia dos Projetos: uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências**. 3^a ed. São Paulo: Érica, 2002.

Oliveira, C. L. **Significado e contribuições da afetividade, no contexto da metodologia de projetos, na educação básica**, Dissertação (Mestrado em Educação

Tecnológica) - Pós-Graduação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte-Mg, 2006.

NÓVOA, A. O Passado e o presente dos professores. In: **Profissão professor**. Porto: Porto Editora, 1991, p. 09-32.

OLIVEIRA, C. L. **Significado e contribuições da afetividade, no contexto da metodologia de projetos, na educação básica**. 146f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Pós-Graduação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, 2006.

OLIVEIRA, F.C.C.; SUAREZ, P.A.Z.; SANTOS, W.L.P. Biodiesel: Possibilidades e Desafios. **Química Nova na Escola**, n. 8, maio, 2008, p. 3-8.

OLIVEIRA, L. B.; COSTA, A. O. **Biodiesel: uma experiência de desenvolvimento sustentável**. Ivig/Coppe/Ufrj, 2001. Disponível em: <www.ivicoppe.ufrj.br> Acesso em: 13/06/2006.

PACHECO, F. Biodiesel: será o combustível do futuro? **Conjuntura e Planejamento**, SEI, 22, 2004, 26-31.

PAULILLO, L. F. *et al.* Álcool combustível e biodiesel no brasil: quo vadis? **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Rio de Janeiro, vol. 45, nº 03, jul/set 2007, p. 531-565.

PEREIRA, P. A. de P. e ANDRADE, J. B. de. Fontes, reatividade e quantificação de metanol e etanol na atmosfera. **Química Nova**, vol.21, n.6, 1998. p. 744-754.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**, Porto Alegre: Artmed Editora, 1999.

PERRENOUD, P. **Porquê construir competências a partir da escola? Desenvolvimento da autonomia e luta contra as desigualdades**. Porto Alegre: Asa Editores, 2001.

PERRENOUD, P. O que fazer da ambigüidade dos programas escolares orientados para as competências? **Pátio - Revista pedagógica**. Porto Alegre: Artmed editora, nº 23, Setembro-Outubro, 2002, p. 8-11.

PERRENOUD, P. Construir competências é virar as costas aos saberes?, publicado originalmente em **Résonance Mensuel de L'école Valaisarme**, no. 3. Dossier et competences, nov. 1998. Disponível em: <<http://www.buscalegis.ccj.ufsc.br/revistas/index.php/buscalegis/article/viewFile/29108/28664>>. Acesso em: 14/09/2010.

PIACENTE, E. A. **Perspectivas do Brasil no mercado internacional de etanol**. 189 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2006.

PORLAN, R. e MARTIN, J. **El diario del profesor**. un recurso para la investigación en el aula. Sevilla: Díada, 1997.

POZO, J. I. org. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed Editora, 1998.

PRATA, P. R. Desenvolvimento econômico, desigualdade e saúde. **Caderno Saúde Pública**, vol.10, n.3, 1994, p. 387-391.

RATHMANN, R. *et al.* **Biodiesel: Uma alternativa estratégica na matriz energética brasileira?**, 2006. Disponível em <<http://www.biodiesel.gov.br>> Acesso em 15/07/2006.

RATTNER, H. **Desenvolvimento: teoria, prática, história**. Aula magna proferida no evento cidade celebra 10 anos da cidade do conhecimento. 2010. Disponível em: <<http://www.cidade.usp.br/blog/secao/redemoinhos/>>. Acesso em: 19/03/2010.

REIGOTA, M. Desafios à Educação Ambiental Escolar. In: JACOBI, P. *et al.* (Orgs). **Educação, meio ambiente e cidadania: reflexos e experiências**. São Paulo: SMA, 1998, p.43-50.

RINALDI, R.; *et al.* Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral. **Química Nova**, v. 30, n. 5, 2007, p. 1374-1380.

ROQUE, G. O.; ELIA, M., MOTTA, C. L. R. **Uma ferramenta para avaliação de competência baseada no desenvolvimento de projeto.** Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE'2004, Manaus, 2004.

ROQUE, G.D., ELIA, M.; MOTTA, C. L. **Utilização de rubricas na avaliação da aprendizagem em atividades desenvolvidas a distância.** XXVI Congresso da SBC. Campo Grande, MS, 2006.

ROTHMAN, A. e FURTADO, A. A possível contribuição da avaliação tecnológica para os programas de bioenergia. In. ROSILLO-CALLE, F. *et al.* **Uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira.** Campinas: Unicamp, 2005, p121-162.

RUBEGA, C. C.; TOYOHARA, D. Q. K. Formação Continuada de professores de Química: o uso da problematização como metodologia para o ensino de química. **II ENPEC**, Valinhos, SP, 1999.

RUY, R. A. V. A Educação Ambiental na Escola. Revista **Eletrônica de Ciências**, n. 26, maio de 2004.

SACHS, I. Da civilização do petróleo a uma nova civilização verde. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.19, n.55, set.-dez, 2005, p.195-211.

SACHS, I. The energetic revolution of the 21st century. **Estudos Avançados**, vol.21, n.59, 2007, p. 21-38.

SANTOS, M. A. **Inserção do biodiesel na matriz energética brasileira: aspectos técnicos e ambientais relativos ao seu uso em motores de combustão.** 117f. Dissertação (Mestrado em Energia) – programa Interunidades de Pós-graduação em Energia (IEE / EP/ IF / FEA), Universidade de São Paulo, 2007.

SÃO PAULO. **Matrizes de Referência para a Avaliação SARESP.** São Paulo: SEE, 2008.

SCANDIFFIO, M. I. G. **Análise prospectiva do álcool combustível no Brasil - Cenários 2004-2024**. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SCHNETZLER, R. P. Concepções e alertas sobre a formação continuada de professores de química. **Química Nova Na Escola**, n. 18, 2002, p. 15-20.

SCHÖN, D.A. **La formation de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones**. Barcelona: Ed. Paidós, 1992.

SCHÖN, D. A. **The reflective practitioner**. Nova York: Basic Book, 1983.

SIMÕES, A. J. F. Biocombustíveis: a experiência brasileira e o desafio da consolidação do mercado internacional. In **Biocombustíveis no Brasil: realidades e perspectivas**. Brasília: MRE, 2007, 205p, p. 11-33.

SOUTO, J. J. **Política Nacional de Biocombustíveis**. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.forumdeenergia.com.br/nukleo/pub/pne_2030_biocombustiveis.pdf>. Acesso em: 23/08/2008.

SOUZA, E. L. L.; MACEDO, I. C. (organizadores). **Etanol e Bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, 2010.

SOUZA, S. N. M. *et al.* Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura. **Acta Scientiarum Technology**. v. 26, no. 2, 2004, p. 127-133.

SUAREZ, P.A.Z. E ABREU, F.R. O biodiesel no Brasil. Em: Brasil. Senado Federal. Senatus. **Cadernos da secretaria da informação e documentação**. 4, 1, 2005. 49-52. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/sf/publicacoes/revistasenatus/pdf/senatus_vol4.PDF>. Acesso em: 25/08/2008.

SUAREZ, P.A.Z. *et al.* Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais poliméricos e insumos químicos: algumas aplicações da catálise na oleoquímica. **Química Nova**, v. 30, 2007, p. 667-676.

TABILE, R. A. *et al.* Biodiesel de mamona no diesel interior e metropolitano em trator agrícola. **Engenharia Agrícola**, vol.29, n.3, 2009, p. 412-423.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez Editora, 2009.

THOMÉ FILHO, Z. D.; CASTRO, N. J.; FERNANDEZ, O. C. **Brasil: matriz energética de baixo carbono e o papel da geração termonuclear**. Grupo de Estudo do setor Elétrico (GESEL). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

TOMAZELLO, M. G. C.; FERREIRA, T. R. C. Educação Ambiental: Que Critérios Adotar para Avaliar a Adequação Pedagógica de seus Projetos? **Ciência & Educação**, v. 7, 2001, p. 199-207.

TOYOHARA, D. K. Q.; SENA, G. J. de; ARAÚJO, A. M. A.; AKAMATSU, J. I. Aprendizagem Baseada em Projetos – uma nova Estratégia de Ensino para o Desenvolvimento de Projetos. **Anais do PBL 2010 Congresso Internacional**. São Paulo, Brasil, 2010.

VALENTE, S. M. P. **Parâmetros curriculares nacionais e avaliação nas perspectivas do estado e da escola**. Tese de Doutorado não-publicada, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2002.

VASCONCELLOS, C. dos S. **Currículo: a atividade humana como princípio educativo**. São Paulo: Libertad, 2009.

VENTURA, P. C. S. Por uma pedagogia de projetos: uma síntese introdutória. **Educação e Tecnologia**, Belo Horizonte, v.7, n. 1, jan./jun. 2002, p. 36-41.

WORLD ENERGY COUNCIL. **Energy Efficiency: a worldwide review**. July 2004. Disponível em: < <http://www.worldenergy.org/documents/eepi04.pdf>>. Acesso em: 20/06/2010.

XAVIER, M. E. R.; KERR, A. A. F. S. A análise do efeito estufa em textos paradidáticos e periódicos jornalísticos, **Anais do VIII Encontro de pesquisa em ensino de física**, Águas de Lindóia, SP, Brasil, 5 a 8 de Junho de 2004.

ZABALZA, M. A. **Diários de aula**. Contributo para o estudo dos dilemas práticos dos professores. Porto: Porto Editora, 1994.

ZABALZA, M. A. **Diários de Aula**: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. Porto Alegre: Artmed, 2004.

APENDICE A

Questionário Professores

1.1 – Dados

| | | |
|---------------|-------------------|--|
| Escola: _____ | | |
| Idade: _____ | Sexo: () M () F | |

1.2 - Curso superior em: _____

Início: _____ Término: _____

1.3 - Pós-graduação em: _____

- Não possuo
- Especialização
- Mestrado
- Doutorado

1.4 - Disciplinas que ministra atualmente nesta escola: _____

1.5 - Período de trabalho como professor:

() Matutino () Vespertino () Noturno Total de horas semanais como professor: _____

1.6 - Há quantos anos trabalha nesta escola: _____

1.7 – Quantos anos de magistério: _____

1.8 – Exerce outra função além de professor

() Sim () Não Total de horas semanais em outra função: _____

2. Recurso Didático/Metodologia de Trabalho

2.1 - Seus conhecimentos em geral sobre informática são?

() muito baixo () baixo () médio () alto () muito alto

2.2 – Seus conhecimentos na utilização da Internet para pesquisa são?

() muito baixo () baixo () médio () alto () muito alto

2.3 – Seus conhecimentos sobre a utilização de e-mail são?

() muito baixo () baixo () médio () alto () muito alto

2.4 – Sua experiência com o uso de vídeo na sala de aula é?

() muito baixo () baixo () médio () alto () muito alto

2.5 – Sua experiência em seleção e preparação de recursos e materiais didáticos para o uso em sala de aula é?

() muito baixo () baixo () médio () alto () muito alto

2.6 – Sua experiência no trabalho em equipe na sala de aula é?

() muito baixo () baixo () médio () alto () muito alto

2.7 – Sua experiência em trabalhos de educação ambiental é?

() muito baixo () baixo () médio () alto () muito alto

APÊNDICE B

Resultado da aplicação do questionário aos professores – fase de diagnóstico

O resultado do questionário mostrou que o trabalho em equipe na sala de aula é uma atividade intensa apenas para 9% dos professores pesquisados, seguida de 36% e 49% que consideraram que essa experiência em sala de aula é alta e média, respectivamente, de acordo com figura A.

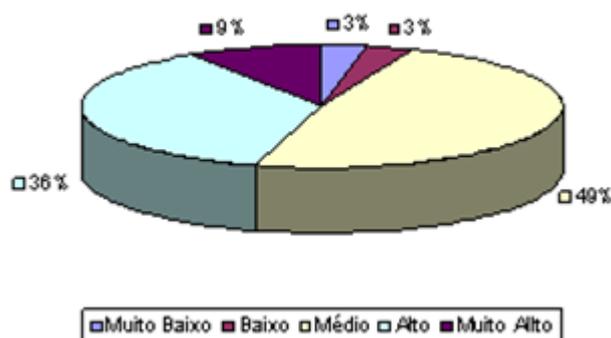


Figura A – Sobre a experiência com o trabalho em equipe na sala de aula

A experiência em trabalhos de educação ambiental é apontada como uma prática medianamente desenvolvida para 33% dos professores e já incorporada por 61% dos professores entrevistados sendo 18% com muita intensidade e 43% com intensidade, conforme apontado na Figura B.

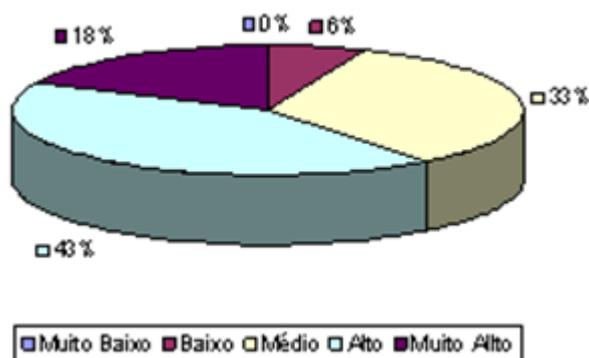
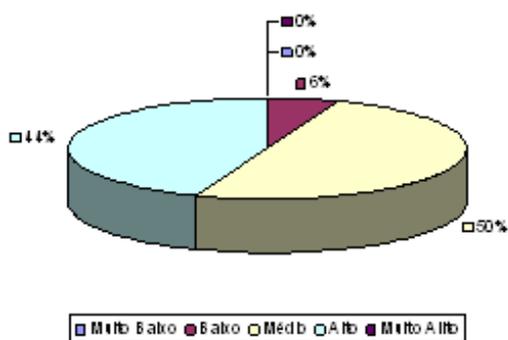
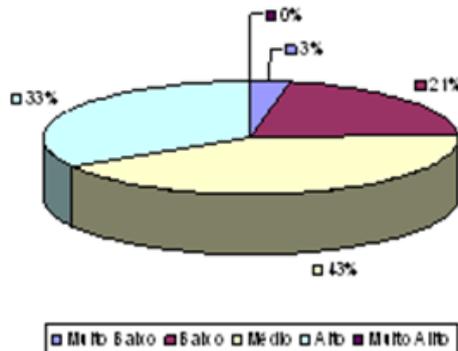


Figura B - Experiência em trabalhos de educação ambiental

Pelos gráficos apresentados na figura C, a seguir é possível verificar, que 43% e 33%, respectivamente dos professores consideraram que conduz de forma média e alta o trabalho por projeto em sala de aula. O restante dos professores considerou baixa ou muito baixa a incorporação desse formato de projeto em suas aulas. Sobre a experiência na realização de trabalho interdisciplinar 44% dos que responderam consideraram desenvolver de forma muito intensa esse trabalho e para 50% de forma intensa na sua prática de sala de aula.



(2.1)



(2.2)

Figura C - Experiências na condução de trabalhos por projetos em sala de aula (2.1) e na realização de trabalhos interdisciplinares (2.2)

Com relação à incorporação das atividades seguindo a pedagogia de projetos no Plano de Trabalho Docente ou plano de ensino, 88% disseram que incorporam esse tipo de atividade em sua prática docente, demonstrado no Figura D.

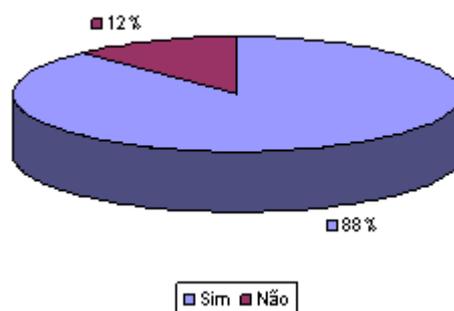


Figura D – Sobre a incorporação das atividades cujas etapas seguem a pedagogia de projetos no plano de ensino

Em relação às expectativas com relação a sua participação em projeto os professores ressaltaram, principalmente, a importância de levar ao aluno conhecimentos que o auxiliem na preservação do meio, a importância de se autocapacitar tecnicamente ou pedagogicamente com o envolvimento em projetos, integrando conhecimentos e desenvolvendo atividades que facilitem o aprendizado, além de motivar o aluno a pesquisar.

Com relação aos referências teóricos selecionados pelos professores para desenvolver sua prática docente, conforme mostra o gráfico da figura E, dos 34 professores que responderam ao questionário, 20 ou 59% apontaram como referencial o livro didático, seguido dos 44% que apontaram utilizar as idéias de Paulo Freire e 26% as idéias de Piaget. Alguns indicaram Perrenoud ou 17%, enquanto que 6% ou 2 professores citaram seguir Vygostsky e 1 professor disse não seguir qualquer referencial. Esse resultado indica que o livro didático ainda é o recurso didático de referência da maioria dos professores e poucos são os que estudam e seguem as teorias da pedagogia dialógica defendida por

Paulo Freire ou da psicologia do desenvolvimento ou sócio-cultural do desenvolvimento cognitivo sustentadas pelas idéias de Piaget e Vygostsky.

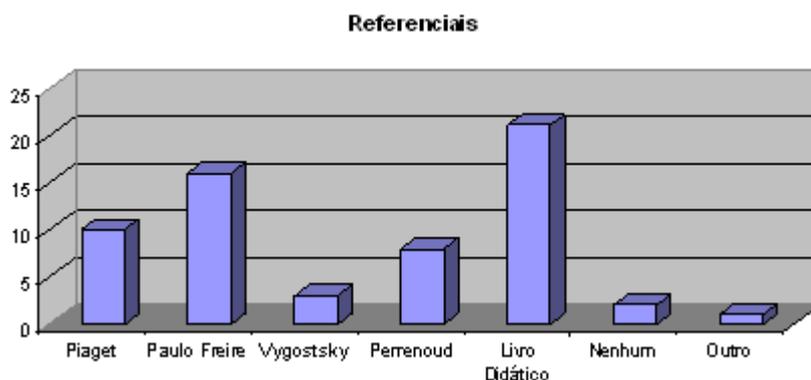


Figura E - Referencial teórico seguida pelos professores em a sua prática docente

Ao mencionar a estrutura e a metodolgia das atividades desenvolvidas com os estudantes os professores apontaram que procuram trabalhar da seguinte forma: de 50 a 67% dos professores disseram trabalharem com temas atuais que estão na mídia e que estimulam a reflexão, assim como com as atividades que despertam a consciência da responsabilidade individual e coletiva, além de práticas que desenvolvem o trabalho em equipe. Temas importantes relacionados a questões sociais e relacionados a questões ambientais debatendo assuntos mais polêmicos, também foram citados. Com relação a incorporação de atividades práticas e realização de visitas técnicas a empresas ou instituições, ações também foram apontadas pelos professores neste sentido, considerados como de média realização, isso pela falta de condições como a viabilidade de agendar ou pagar um meio de transporte para levar os estudantes, conforme relato apresentado em várias reuniões.

Ao diagnosticar as formas de avaliar o aluno, mais de 50% dos professores apontaram que procuram avaliar o aluno como um todo, ou seja, a postura do aluno e identificando competências; 30% deles apontaram que são utilizadas também provas, avaliação diagnóstica e auto-avaliação.

Ao serem questionados sobre quais temas gostariam discutir para uma capacitação ou formação continuada, a maioria apontou a necessidade de discutir o trabalho de campo, referenciais teóricos pedagógicos, pedagogia de projetos, competências e habilidades, novos recursos didáticos e referencias sobre questões ambientais.

APÊNDICE C

Formulário de Planejamento de Projeto (Adaptado de MARKHAM et al., 2008)

| |
|--|
| Título do Projeto: _____ _____ |
| Professor(es): _____ _____ |
| Escola(s): _____ _____ |
| Série(s): _____ _____ |
| Disciplina(s): _____ _____ |

Aprendizagem Baseada em Projetos Focados em Padrões - Bie

Comece com o Fim em Mente

| |
|---|
| Sumarize o tema para este projeto. Por quê fazer este projeto? |
| Identifique as habilidades chaves que os alunos aprenderão neste projeto. Liste apenas aquelas habilidades que você planeja avaliar (duas a quatro por projeto). |
| Identifique os hábitos mentais que os alunos exercitarão neste projeto (um a dois por projeto). |
| Identifique os padrões de conteúdo que os alunos aprenderão neste projeto (dois ou três por disciplina). |
| Identifique os impactos que o projeto poderá provocar para o aluno ou escola ou comunidade... |

- *O projeto satisfaz os critérios para a ABP focada em padrões?*

| Produto: | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Critério: | | | | |
| Descrição dos elementos a serem analisados | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Produto: | | | | |
| Critério: | | | | |

- *Os produtos e critérios estão alinhados com os padrões e resultados do projeto?*

Mapeie o Projeto

O que os estudantes precisam saber e ser capazes de fazer para concluir as tarefas com sucesso? Como e quando eles aprenderão as habilidades e os conhecimentos necessários? Considere um produto principal do projeto e analise as tarefas necessárias para gerar um produto de alta qualidade.

| Produto: | | | |
|--|--|----------------------------|-----------------------------|
| CONHECIMENTOS E HABILIDADES NECESSÁRIOS | JÁ APRENDIDOS | ENSINADOS ANTES DO PROJETO | ENSINADOS DURANTE O PROJETO |
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |
| 4. | | | |
| Que ferramentas de projeto você usará? <input type="checkbox"/> Listas do tipo sabe/necessita saber <input type="checkbox"/> Planilhas de metas diárias <input type="checkbox"/> Diários <input type="checkbox"/> Instruções <input type="checkbox"/> Listas de tarefas <input type="checkbox"/> Registros de problemas Outras: | <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ | | |

- *Os produtos e tarefas dão a todos os estudantes a oportunidade de demonstrar o que eles aprenderam?*

Mapeie o Projeto

Liste as datas chave e as etapas importantes deste projeto.

Use o “Protocolo de Ajustamento” com outros professores ou um grupo de estudantes para refinar o planejamento do projeto ou para obter subsídios para avançar no planejamento. Que outras idéias você tem agora sobre o projeto?

- *Que desafios ou problemas poderiam surgir neste projeto?*

Gerencie o Processo

Liste as preparações necessárias para lidar com as necessidades de ensino diferenciadas para alunos com diferentes estilos de aprendizagem.

Como você e seus alunos refletirão sobre o projeto e o avaliarão?

- Discussão em classe
- Método do “aquário”
- Debate formal mediado pelos estudantes
- Debate formal conduzido pelo professor
- Avaliações individuais
- Avaliações em Grupo
- Outras: _____
- _____

- *O que você espera aprender com este projeto?*

APÊNDICE D

Análise de projetos de aprendizagem (alunos) – fase de diagnóstico

Essa análise foi realizada em projetos desenvolvidos por alunos de ensino médio e ensino técnico e que foram apresentados em Mostras de feiras tecnológicas, trabalho de conclusão de curso (TCC) e/ou desenvolvidos no contexto escolar de diferentes escolas em diferentes cidades. O início dessa etapa se deu com a seleção de resumos de projetos, publicados nos anais, em 2003 e em 2006 a 2009, de várias edições da Feira Brasileira de Ciência e Engenharia (FEBRACE), que foram realizadas na USP (Universidade São Paulo).

Após a análise dos resumos, por meio dos e-mails dos autores registrados nos anais (Febrace), foram contatados os responsáveis de alguns dos projetos, mais especificamente, os apresentados nos anos de 2008 e 2009. Aos autores foi solicitado o relatório final com a justificativa sobre esse estudo e com o compromisso de, em caso de uso do conteúdo desses relatos, um novo contato seria feito dando ciência ao fato. Desses, 10 relatórios finais foram enviados por alunos em alguns casos e por professores em outros. Com a leitura dos relatórios uma análise individual foi realizada e encaminhada aos seus autores para consideração a respeito dela, ou seja, para retificações de quaisquer descrições que estivessem em desacordo ou para complementações se assim desejassem. Poucos retornaram e os que o fizeram, apenas complementaram alguns dados da análise sem refutar o que foi apresentado.

Além desses projetos outros 16 foram objetos de análise como os TCCs desenvolvidos nas escolas do Centro Paula Souza, projetos apresentados na feira tecnológica do Centro Paula Souza (Feeteps) e alguns projetos de aprendizagem desenvolvidos no contexto da escola.

Foi possível uma análise mais aprofundada sobre vinte projetos a partir dos relatórios produzidos, por meio de mensagens trocadas em e-mails com os autores (professores e alunos) e, em alguns casos por entrevistas, essas últimas no momento da apresentação em mostras de projetos. Alguns dos projetos citados foram resultados de parceria entre a instituição Centro Paula Souza e empresa privada que forneceu kits para o desenvolvimento de modelo interativo de robótica, os quais foram apresentados durante a mostra da Feteps 2008.

Os projetos analisados por meio dos relatórios, entrevistas e contato por e-mail foram os relacionados no quadro a seguir:

Quadro - Títulos dos projetos de aprendizagem analisados

| Título do projeto | Palavras chave |
|--|---|
| Produção de Biodiesel a partir do quiabo | Não consta |
| Reutilização do óleo residual vegetal em biodiesel | Biocombustível - biodiesel - energia sustentável |
| Comparação da produção de biocombustível a partir do milho e da cana-de-açúcar em relação a vantagens econômicas, financeiras, sociais, ambientais | Não consta |
| Biodiesel – Alternativa energética | Biodiesel - alternativa energética – transesterificação |
| Novas alternativas para produção de biocombustíveis: Estudo da viabilidade do abacate como matéria prima na fabricação do biodiesel. | Não consta |
| Biocombustíveis: estratégia energética e ambiental para o nordeste | Não consta |
| Termoelétrica a biogás | Termoelétrica - aquecimento global - biogás |
| Biodiesel: o lado claro do óleo escuro | Biodiesel - combustível alternativo - reciclagem do óleo Residual |
| Biomassa: energia alternativa | Energia - bagaço de cana - biomassa |
| Semente de manga: uma alternativa para a obtenção de biodiesel utilizando descartes de fábricas de suco e polpas | Biodiesel - manga - indústria de alimentos |
| Biocombustíveis e crise de alimentos: Causa e Consequência? | Biocombustíveis - crise - alimentos |
| Estudo comparativo sobre os biocombustíveis | Não consta |
| Comparação da produção de biocombustível a partir do milho e da cana-de-açúcar | Não consta |
| Utilizando ressonância para otimizar a queima de biomassa da produção de etanol | Sustentabilidade - combustão pulsante - otimização de processos |
| Estudo do isolamento in vitro em algas verdes e cianobactérias para a produção acelerada de biohidrogênio | Produção - microorganismos - hidrogênio |
| Tomada econômica | Não consta |
| Pressão Atmosférica na Geração de Energia | Pressão - hidroelétricas - capacitação |
| Circuito para iluminação de emergência com eficiência energética | Eficiência energética - meio ambiente - segurança |
| Biocombustível multiuso | Reutilização do óleo residual vegetal em biodiesel |
| Sistemas Alternativos de Energia Renováveis | Não consta |
| Álcool: história, produção e questão ambiental | Etanol - combustíveis renováveis - pró-álcool |

Os relatórios dos projetos realizados com a parceria Centro Paula Souza e empresa privada foram avaliados in loco e foi possível verificar os conhecimentos envolvidos, as habilidades, competências e postura durante a apresentação, além dos mencionados nos relatórios que também foi objeto de análise também.

APÊNDICE E

Tema: Combustíveis (projeto para 2 meses)

Doroti Q. K. Toyohara

Considerações

Embora algumas iniciativas tenham sido implantadas para minimizar a emissão de gases do efeito estufa ainda não temos uma ação concreta que possa alterar o futuro dessa problemática. Pesquisas apontam que a utilização de combustíveis nos automóveis é um dentre os vários responsáveis pelo lançamento diário de toneladas de gás carbônico na atmosfera, porém esse fato não inibe o aumento do número de carros que a cada ano cresce, segundo o departamento nacional de trânsito.

Sobre o assunto citamos algumas notas divulgadas recentemente, por exemplo:

“Segundo o estudo das emissões de CO₂, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que compara os dados relativos à emissão do gás na indústria e no setor de energia revela, segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), no período de 1994 a 2007 o setor de transporte passou de 94,3 milhões de toneladas de CO₂ emitidas para 146,8 milhões de toneladas, um aumento de 56%.”

Fonte: <<http://www.portaldoconsumidor.gov.br/noticia.asp?busca=sim&id=14249>> Divulgado, em 28/08/2009.

“Um dia sem carro. Mas e depois? No país em que há 6,9 habitantes por veículo em circulação, segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), é impossível imaginar todos os dias sem o transporte a motor...”

Fonte:<<http://g1.globo.com/Noticias/Carros/0,,MUL1312833-9658,00->

VEJA+COMO+ECONOMIZAR+COMBUSTIVEL+E+REDUZIR+A+EMISSAO+DE+POLUENTES.html> Divulgado, em 22/09/09

“O Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), uma divisão do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) junto com MMA instituíram dois instrumentos para conhecer as emissões de gás carbônico e de outros poluentes por carros de passeios: a Nota Verde e o indicador de CO₂ podem ser consultados para classificar os carros por emissão de CO₂ e poluentes.”

Fonte: <http://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/sel_marca_modelo_rvep.php> Divulgado, em 15/09/2009

É fato que o fenômeno do aquecimento global está relacionado a emissões de gás carbônico como revela o último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Pesquisadores e governantes de diversos países procuram estratégias para reduzir as emissões e assim contribuir para reduzir o efeito tão comentado sobre as mudanças climáticas. O que é possível fazer para minimizar esse efeito?

Estamos propondo esse projeto/atividade que propicia o estudo de alguns conceitos científicos, desenvolve algumas competências e habilidades técnicas, assim como as de caráter procedimental, ou seja, promovendo um impacto positivo para o estudante na forma de pensar e agir frente às diversas situações relativa ao ambiente e para a comunidade, visando à qualidade de vida da coletividade.

Esse material é composto de vários protocolos do professor, ou seja:

1. Planejamento do projeto
 2. Orientações
 3. Lançamento do Projeto com o roteiro da Atividade em sala de aula
 4. Cronograma
 5. Roteiro da aula prática (atividade suporte que poderá ser uma atividade de campo, aula expositiva, visita técnica...)
 6. Modelo de Avaliação (rubrica ou baseada na rubrica)
- Sugestões: Auto-avaliação e questionário

Título do projeto: Discutindo combustíveis e buscar resposta a questão – **Que ações, viáveis, podem auxiliar a redução da emissão dos gases de efeito estufa?**

PROTOCOLO DO PROFESSOR 1: Planejamento do projeto (sugestões que poderão ser alteradas de acordo com cada um)

O tema desse projeto permite o desenvolvimento de alguns padrões de conteúdos, para as 3 séries do ensino médio, além da discussão das questões ambientais cujo o enfoque a ser trabalhado será a necessidade do uso racional dos recursos energéticos, considerando que a principal fonte de energia utilizada, o petróleo, está se esgotando e é um dos responsáveis pelo aquecimento global.

Objetivos:

1. Competências/habilidades

- a. Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos.
- b. Conscientizar o estudante quanto a necessidade de economizar energia
- c. Analisar informações expressas em gráficos ou tabelas como recurso para a construção de argumentos.
- d. Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável de energia.

2. Atitudes/hábitos mentais e/ou comportamento

- a. Reconhecer a sua responsabilidade pessoal e da coletiva na qualidade de vida das comunidades das quais participa, sugerindo e incorporando ações para economizar energia.
- b. Trabalhar em equipe com disposição para colaborar na resolução de problemas sociais e ambientais relacionados ao tema em questão.

Obs. A atividade permite desenvolver outras competências e habilidades, porém foram selecionadas, essas citadas acima, pois são as principais e que serão avaliadas durante a atividade.

3. Padrões de conteúdo: (o professor poderá escolher alguns, dentre os conteúdos a seguir, para serem trabalhados durante as atividades)

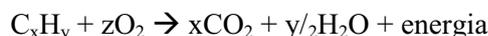
1ª série

Discutir os seguintes conhecimentos:

- a. Reações químicas
- b. Reação de combustão
- c. Matriz energética brasileira
- d. Fontes de energia e forma de produção: conceituar recurso renovável e não renovável
- e. Materiais e substâncias: separação de materiais e transformação de materiais
- f. Etanol: descrever as etapas de produção de álcool e obtenção por destilação fracionada.
- g. Propriedades dos alcoóis, como temperatura de ebulição e solubilidade, por meio de ligações de hidrogênio.

PROTOCOLO DO PROFESSOR 2 - Orientação e sugestão para o desenvolvimento dos conhecimentos e competências envolvidos:

Ao iniciar a discussão lembrar que as variações de energia constituem partes integrantes das reações químicas (retome ou introduza a discussão sobre características das reações químicas) e que a maior parte da energia utilizada no país provém de reações de combustão. Discutir esse assunto exemplificando com as reações de combustíveis derivados de petróleo, por exemplo:



Apresentar as diferentes fontes de energia na matriz energética brasileira e a demanda no setor de transporte (ver figura 1), discutir as diferentes fontes de energia, destacando o petróleo e o etanol como fontes de energia usadas no setor de transporte brasileiro. Aqui é possível trabalhar a questão de substâncias e matérias, assim como as transformações da matéria, discutindo sobre as características do petróleo e do etanol, processo de separação (frações do petróleo) e processo de produção do etanol (fermentação e destilação).

Finalmente, discutir a importância do álcool como combustível substituto do derivado de petróleo, a gasolina, e, finalmente, discutir sobre o consumo de combustíveis no país e as conseqüências dessa demanda que tem crescido, embora os esforços sejam de redução.



Fonte: Eletrobras³⁵

Figura 1: Matriz energética brasileira

Para reflexão dos alunos após o desenvolvimento do projeto ou das atividades reúna a classe e faça uma sessão de avaliação do resultado, assim como uma auto-avaliação.

2ª série

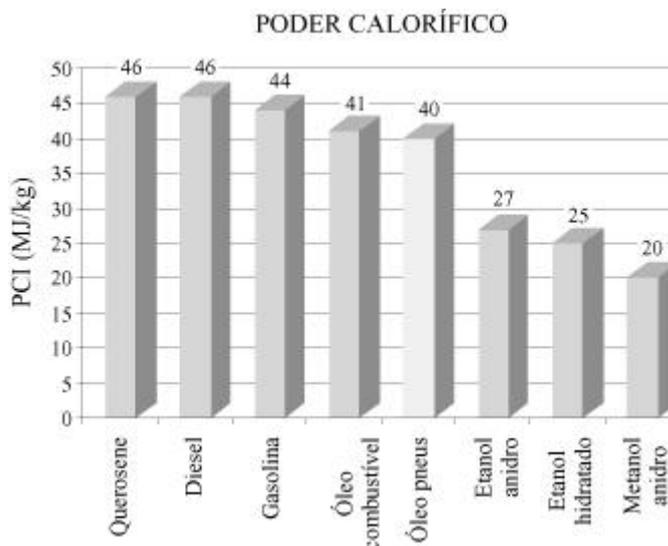
- Variação de energia em reações químicas
- Etanol: descrever as etapas de produção de álcool e obtenção por destilação fracionada
- Esca Gay-Lussac
- Álcool anidro
- Explicar as propriedades dos alcoóis, como temperatura de ebulição e solubilidade, por meio de ligações de hidrogênio.

³⁵ Eletrobras.gov.br. Disponível em <http://www.eletrobras.gov.br/pesquisa_infanto_juvenil/imagem/matriz.jpg>

- f. Reações exotérmicas e endotérmicas
- g. Energia de ligação
- h. Entalpia
- i. Equilíbrio térmico

Obs. Ao apresentar o assunto introduza as seguintes idéias:

- As condições necessárias para um material ser considerado combustível;
- Energia liberada na combustão: exemplificar com a equação da combustão do etanol e discutir a reação exotérmica e endotérmica
- Usando o mesmo exemplo discutir entalpia.
- Avaliar o poder calorífico de diferentes combustíveis e discutir energia térmica, diferença de calor e temperatura.
- Apresentar ou discutir sobre o instrumento para medir o teor de álcool nos diferentes produtos que contém etanol.
- Interpretar o processo de desidratação dos alcoóis indicando os possíveis produtos, as condições experimentais e representando-o por equações químicas balanceadas;
- Discutir com o professor que ministra as aulas de física e desenvolver o conteúdo de termodinâmica.
- Com o uso da tabela de poder calorífico discutir sobre o consumo de combustíveis no país e as conseqüências dessa demanda que tem crescido.
- Discutir a importância do álcool como combustível que substituiu o principal derivado de petróleo, a gasolina e finalmente, discutir sobre o consumo de combustíveis no país e as conseqüências dessa demanda que tem crescido, embora os esforços sejam de redução.



Fonte: GOULART³⁶ et al., 1999

Figura 2 – Poder calorífico do óleo comparado a outros combustíveis

³⁶ GOULART, Eduardo A.; MARIOTONI, Carlos A. and SANCHEZ, Caio G.. A utilização da gaseificação de pneus usados em leito fluidizado para a produção de energéticos. **Polímeros** [online]. 1999, vol.9, n.4

3ª série

- a. Características gerais dos compostos orgânicos.
- b. Estrutura e propriedades de Hidrocarbonetos;
- c. Produtos da combustão do petróleo
- d. Monóxido de carbono e conseqüências ambientais e de saúde
- e. Gás carbônico e conseqüências ambientais
- a. Etanol: descrever as etapas de produção de álcool e obtenção por destilação fracionada. Escala Gay-Lussac
- b. Explicar as propriedades dos alcoóis, como temperatura de ebulição e solubilidade, por meio de ligações de hidrogênio.
- f. Álcool anidro

Obs. Ao apresentar o assunto introduza as seguintes idéias:

- Discutir a combustão completa e incompleta de um combustível derivado de petróleo, por exemplo;
- Discuta as conseqüências do monóxido de carbono, utilizando o texto abaixo ou introduzindo texto de pesquisas;
- Interpretar o processo de desidratação dos alcoóis indicando os possíveis produtos, as condições experimentais e representando-o por equações químicas balanceadas;
- Discutir as alterações climáticas causadas pelo uso dos combustíveis.
- Discutir a importância do álcool como combustível que substituiu o principal derivado de petróleo, a gasolina e finalmente, discutir sobre o consumo de combustíveis no país e as conseqüências dessa demanda que tem crescido, embora os esforços sejam de redução.

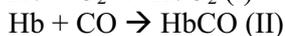
(Texto a ser usado, caso queira discutir o assunto)

Conseqüências do Monóxido de carbono no ar

Monóxido de carbono (CO) é um gás incolor e inodoro que resulta da queima incompleta de combustíveis de origem orgânica (combustíveis fósseis, biomassa, etc). Em geral é encontrado em maiores concentrações nas cidades, emitido principalmente por veículos automotores.

Altas concentrações de CO são encontradas em áreas de intensa circulação de veículos.

O processo respiratório do ser humano está associado com a hemoglobina, substância presente nos glóbulos vermelhos do sangue. A sua molécula é constituída por átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e 4 íon ferro Fe^{2+} . Quando respiramos, as moléculas de oxigênio (O_2) formam ligações com os íons de ferro das moléculas de hemoglobina (Hb). O produto dessa reação é a oxi-hemoglobina (HbO_2), que é levada pela corrente sanguínea (reação I), entra em contato com todas as células do corpo. O oxigênio então se desprende e entra nas células para participar de reações químicas que nela ocorrem. Em presença de monóxido de carbono, a hemoglobina pode formar a carboxi-hemoglobina, ou seja, haverá uma “competição” entre CO e O_2 pelas moléculas de hemoglobina. O problema causado por essa “competição” é o fato dos íons Fe^{2+} ligarem-se mais fortemente ao CO do que ao O_2 (reação II).



PROTOCOLO DO PROFESSOR 3 - Lançamento do projeto (Roteiro da Atividade para ser trabalhada em sala de aula, utilizando um vídeo e um texto jornalístico) - Período previsto 2 aulas

Atividade 1. Apresente o vídeo Pense de Novo - Energia e novas tecnologias do site <http://www.youtube.com/watch?v=iFbsv_k2X6M>

Solicite que façam uma pesquisa sobre o assunto e, em aula, promova um trabalho em equipe com o texto que deverá ser analisado.

Sugestão dos textos:

- Folha de S.Paulo, “Emissão de gás-estufa no país sobe 24,6% em 15 anos”. Caderno Ambiente de 26/10/2009
- Revista Veja, “70 questões para entender o etanol”. De 19/março/2008)
- Revista Química Nova. “Biocombustível, o Mito do Combustível Limpo” nº 28 de maio de 2008.

Atividade 2. Proponha aos alunos para calcularem a quantidade de gás carbônico gerada por cada um utilizando o automóvel durante 1ano. Caso não utilizem esse meio de transporte peça que tentem simular o cálculo baseado em alguém que eles conheçam e que, normalmente, utiliza um veículo de passeio para ir ao trabalho e/ou para escola. Para essa simulação considerar a relação apresentada na exibição do filme *Uma Verdade Inconveniente*, ou seja, para cada 3,5 Km deixamos de emitir 1 kg de CO₂ para atmosfera.

Apresente o resultado do cálculo para sala fazendo a soma da quantidade de gás carbônico calculada pelo grupo de alunos. Lembrar que essa é apenas uma das atividades que emite gás carbônico no contexto de cada um. Aqui não está sendo analisada a energia usada nos produtos e nos alimentos que consomem e nem a própria energia usada durante as atividades.

Atividade 3. Solicite para que cada equipe discuta ações que possam ser introduzidas para minimizar esse problema de forma que cada um pudesse dar a sua contribuição. Discuta com eles e oriente para o desenvolvimento de um planejamento de projeto buscando respostas para a questão levantada ***Que ações, viáveis, podem auxiliar a redução da emissão dos gases de efeito estufa?***

PROTOCOLO DO PROFESSOR 4. Cronograma

- Data de entrega do planejamento: em 1 semana
- Período para dúvidas: 1 semana
- Aula suporte – (aula prática com a determinação de álcool na gasolina): em 15 dias.
- Desenvolvimento do diário de Aprendizagem que será solicitado durante o projeto:
 - Monte um roteiro das atividades ou cronograma e deixe espaço para anotações
 - Relação das dificuldades encontradas
 - Indique os pontos mais interessantes e os menos
 - Faça uma auto-avaliação
 - Coloque nos registros das atividades a data e a hora do trabalho desenvolvido
 - Relacione as modificações realizadas ou ajustes necessários
- Discussão sobre os critérios para avaliação
- O resultado do estudo deverá gerar um produto, por equipe, que é um vídeo de 2 a 5 minutos no máximo e que será apresentado durante a visitação na feira promovida pela escola. Portanto, cada equipe deverá apresentá-lo à classe para discussão, críticas e avaliação antes do evento no final dos 2 meses previstos para o desenvolvimento desse projeto.

PROTOCOLO DO PROFESSOR 5. ROTEIRO DE AULA PRÁTICA (2 aulas)

Título do Experimento - ETANOL: identificando a sua solubilidade e quantificando o teor na gasolina

Adaptado de Dazzani e col. Explorando a Química na determinação do teor de álcool na gasolina. Seção Experimentação no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, nº 17.

Objetivos do experimento

- Identificar as fases no sistema água-etanol-gasolina.
- Quantificar o teor de etanol na gasolina por meio de uma análise absoluta.

Material e equipamentos

- 9 tubos de ensaio
- 1 proveta de 50 mL
- 1 bastão de vidro
- 1 seringa descartável de 5 mL
- 1 balança de pratos
- 50 mL de etanol
- 50 mL de gasolina
- 50 mL de água
- permanganato de potássio ou sulfato de cobre pentaidratado
- iodo sólido ressublimado
- Calculadora simples

OBSERVAÇÃO: Como o experimento tem o intuito de desenvolver habilidades (observar e manusear equipamento para realizar uma reação) e adquirir competências de ordem procedimental e atitudinal, tudo deverá ser anotado e nada deverá ser considerado irrelevante, por princípio.

Metodologia

1. Formar grupos de 5 a 6 professores, conforme orientação dada pela equipe organizadora e indique um relator do grupo.
2. Siga o roteiro do experimento de acordo com o material disponível na revista *Química Nova*, trabalhando a parte 1 e parte 2, conforme itens a seguir:

Parte 1: Identificação das fases no sistema água-etanol-gasolina

Parte 2: Quantificação do etanol na gasolina através de uma análise absoluta

Parte 3. Cálculos

Determine o teor de álcool na amostra e verifique se essa gasolina está de acordo com as normas estabelecidas pela ANP (<<http://www.anp.gov.br>>)

PROTOCOLO DO PROFESSOR 6. Avaliação - Modelo de rubrica – AVALIAÇÃO (O que avaliar)

- Insuficiente: definição de critérios observáveis que evidenciam um nível de desempenho difícil de verificar.
- Regular: definição de critérios observáveis que evidenciam algum trabalho, mas que possam ainda ser aperfeiçoados.
- Bom: definição de critérios observáveis que correspondem a um nível satisfatório de desempenho.
- Muito Bom: definição de critérios que correspondem a um nível máximo de desempenho ou traços de excelência.

| Critérios para avaliar o estudo e discussão com o TEXTO (início da atividade) | | | | |
|---|--|---|---|---|
| Aspectos considerados | Insuficiente | Regular | Bom | Muito Bom |
| Estudo do tema e discussão | Os estudantes não realizaram a leitura do texto e/ou não interpretaram os gráficos e tabelas. | Os estudantes realizaram a leitura do texto, porém demonstram pouco domínio do conteúdo do texto e da interpretação dos gráficos. | Os estudantes demonstram domínio do conteúdo do texto, interpretaram os gráficos e tabelas relacionando-os com as implicações ambientais e sociais; | O aluno demonstra domínio do conteúdo do texto, interpreta os gráficos e tabelas relacionando os com as implicações ambientais, econômicas e sociais; Demonstra habilidade em trabalhar em equipe administrando conflitos com debate ou discussão rica de sugestões. |
| Ações propostas | Sugere 1 ação de intervenção e sem o estudo da viabilidade ou não sugere ações. | Sugerem poucas ações de intervenções, sem um estudo da sua viabilidade. | Sugerem algumas ações de intervenções viáveis seguindo o princípio da sustentabilidade, visando à qualidade de vida das pessoas e/ou integração de um indivíduo na sociedade. | Sugerem várias ações de intervenções viáveis seguindo o princípio da sustentabilidade, visando à qualidade de vida das pessoas e/ou integração de um indivíduo na sociedade. |
| Padrões de conteúdo previsto | Demonstraram pouco conhecimento sobre o assunto e não apresentaram argumentação baseada em conceitos científicos | Demonstraram conhecimento sobre o assunto, porém a argumentação foi sem base nos conceitos discutidos | Argumentaram com base em alguns conceitos discutidos (relacionar os conteúdos previstos para ser trabalhado nessa atividade) | Argumentaram com base nos conceitos discutidos (relacionar os conteúdos previstos para ser trabalhado nessa atividade) e registra as sugestões de ações propostas também com base nos conceitos desenvolvidos. Responderam as questões baseadas em conhecimentos científicos pesquisados |

| Aspectos considerados | Critérios para avaliar o desenvolvimento da ATIVIDADE PRÁTICA (uso da auto-avaliação) | | | |
|--|---|--|--|---|
| | Insuficiente | Regular | Bom | Muito Bom |
| Seleção dos materiais e aplicação das normas de segurança | Demonstrou falta de atenção e falta de cuidado ao conferir a lista de materiais ou não conferiu e não seguiu as recomendações exigidas para a prática | Conferiu a lista de materiais, porém não seguiu as recomendações exigidas para a prática ou vice-versa | Observou a lista de materiais para conferir os materiais que recebeu. Seguiu as recomendações de segurança usando as EPI. | Demonstrou que ouviu com atenção as orientações do professor. Conferiu com cuidado os materiais que recebeu, assim como seguiu as recomendações de segurança usando as EPI e deixou a bancada limpa e organizada igualmente ou melhor que a forma como encontrou. |
| Execução da atividade prática e análise dos resultados | Demonstrou falta de cuidado ao manusear os equipamentos e vidrarias ou manuseou de forma incorreta. Não fez registro das observações. | Montou os equipamentos/vidraria para execução do experimento, porém de forma incorreta, necessitando auxílio do professor ou de outras equipes. Registrou as observações do experimento sem a atenção exigida. | Manuseou o material com cuidado. Fez anotações de todas as observações feitas pela equipe (como, por exemplo,...). | Manuseou o material com cuidado e montou os equipamentos e/ou vidrarias de forma correta e organizada a fim de garantir uma boa execução do experimento Observou e anotou com atenção o que acontece: - com o filtrado, com a temperatura e quais as características de odor e cor durante o processo (no caso do experimento 1) - Comparou os dados com base na teoria, descrevendo sobre a fração coletada e suas propriedades. |
| Trabalho em equipe | Trabalho desorganizado, demonstrando a divisão das tarefas, porém sem a sua integração | Trabalho realizado em equipe, porém com dificuldades de entendimento demonstrado na discussão dos resultados obtidos e no registro das observações. | Demonstrou um trabalho em equipe com responsabilidade na divisão das tarefas durante a prática e na discussão dos resultados observados. | Demonstrou um trabalho em equipe com responsabilidade na divisão das tarefas durante a prática e na discussão dos resultados observados. Observou todas as etapas do procedimento e esteve atento nas medidas realizadas, não se dispersando com conversas paralelas. Ouviu com atenção os colegas de equipe. Compartilhou os equipamentos de forma organizada, com os colegas de outras equipes, para garantir uma boa prática coletiva. |

| Aspectos considerados | Critérios para avaliar o RELATÓRIO (após a atividade) | | | |
|-----------------------|---|--|--|---|
| | Insuficiente | Regular | Bom | Muito Bom |
| Conteúdo | Relatório incompleto ou não entregue no período previsto. | Relatório entregue na data, demonstrando domínio dos conteúdos envolvidos, porém a conclusão não está clara e nem está relacionada aos objetivos da proposta. Relatório entregue atrasado. | Relatório entregue na data, demonstrando domínio dos conteúdos envolvidos. Apresenta a conclusão baseada nos resultados obtidos com clareza e organização de idéias. Utilizou bibliografia de várias fontes. | Relatório entregue na data, demonstrando domínio dos conteúdos envolvidos (relacionar aqui os conteúdos que foram trabalhados durante a atividade prática), utilizando o emprego correto do vocabulário técnico e da língua, respeitando a concordância verbal e nominal. Apresenta a conclusão baseada nos resultados obtidos com clareza e organização de idéias e relacionada aos objetivos e com base nos conceitos teóricos. Utilizou bibliografia de fontes fidedignas. |
| Organização | Relatório confuso apresenta apenas parte da descrição solicitada e falta clareza na conclusão. Relatório não entregue na data prevista. Não respondeu as questões do estudo dirigido. | Relatório incompleto ou contém apenas parte da descrição solicitada (como, por exemplo, dos objetivos, introdução teórica, materiais e reagentes ou dos procedimentos). Apresenta os resultados, porém não se preocupou em organizar de forma clara. Respondeu parte das questões do estudo dirigido | Relatório contendo título, objetivos, introdução teórica, materiais e reagentes, descrição do procedimento, resultados, conclusão e bibliografia apresentadas com clareza e organização. | Relatório contendo título, objetivos, introdução teórica, materiais e reagentes, descrição do procedimento, resultados, conclusão e bibliografia apresentadas com clareza e organização. Resultados apresentados de forma clara e no formato de tabela ou gráfico. Respondeu a todas as questões do estudo dirigido, demonstrando pesquisa sobre o assunto, pois argumentou com base em estudo feito. |

Obs. Cada rubrica poderá ter mais ou menos aspectos a ser avaliados.

APÊNDICE F

Tabela 1 – AUTO-AVALIAÇÃO para a atividade sobre “Etanol: identificando a sua solubilidade e quantificando o teor na gasolina”

Após a execução da atividade prática solicite o preenchimento da auto-avaliação e oriente sobre os critérios para a confecção do relatório

| Indicadores de domínio e critérios | Sim | Não | Em parte |
|--|-----|-----|----------|
| Ouviu com atenção as orientações do professor. | | | |
| Seguiu com atenção as recomendações de segurança usando as EPI. | | | |
| Observou a lista de materiais para conferir os materiais que recebeu | | | |
| Manuseou o material adequado com cuidado. | | | |
| Montou os equipamentos e/ou vidrarias de forma a garantir uma boa execução do experimento. | | | |
| Observou todas as etapas do procedimento e esteve atento nas medidas realizadas, não se dispersando com conversas paralelas. | | | |
| Observou e anotou com atenção o que acontece em cada etapa do processo | | | |
| Anotou os dados sem fazer aproximações e com todas as características visíveis. | | | |
| Compartilhou os equipamentos de forma organizada, com os colegas de outras equipes, para garantir uma boa prática coletiva. | | | |
| Deixou a bancada limpa e organizada igualmente, ou melhor, que a forma como encontrou. | | | |
| Com essa atividade aprendi o seguinte: (sobre o assunto ou sobre o trabalho) | | | |
| Eu faria a(s) seguinte(s) mudança(s) se fosse repetir a atividade: | | | |

APÊNDICE G

Questões após a atividade com o texto

(responder as questões de acordo com a discussão e com base na pesquisa feita)

| Escola: Cidade: | | | | |
|-----------------|--------------|---|---|------------------------------|
| Série: Curso: | | | | |
| Nome | Faixa etária | Nota sobre serviço de transporte coletivo (1 a 5) | Distância entre a residência e a escola | Meio de transporte utilizado |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

1. O que é aquecimento global?
2. Quais os efeitos do aquecimento global?
3. O que é efeito estufa?
4. Como são lançados os gases de efeito estufa?
5. Quais são as causas das mudanças climáticas?
6. Como a energia está relacionada às mudanças climáticas?
7. O que são energia renovável e qual a contribuição do Brasil no cenário mundial?
8. Você concorda com o termo combustível limpo ou combustível verde, normalmente, utilizado para o etanol e para o biodiesel? Justifique
9. Quais as soluções possíveis, em nível governamental e individual, para combater o aumento do efeito estufa?
10. A indicação da emissão de CO₂ divulgada para cada veículo pode interferir na compra do seu carro (caso tenha condições de adquirir esse bem no momento)? Justifique.

APÊNDICE H

Questionário para avaliar os formulários do método BIE

Questionário sobre os formulários do método BIE para o desenvolvimento de Aprendizagem Baseada em Projetos

1. A minha área de atuação é
 - Ensino Médio
 - Ensino Técnico
 - Ensino Médio e Técnico
 - Coordenação

2. Sobre a seqüência dos formulários, ou seja: (a) tema e justificativa, (b) habilidades chave/competências, (c) hábitos mentais, (d) padrões de conteúdo, (e) impactos do projeto (f) questão norteadora (g) definição dos produtos e critérios de avaliação (h) ferramentas de acompanhamento (i) cronograma, (j) processo de gerenciamento
 - Deve ser mantida
 - Acrescentaria _____
 - Modificaria os seguintes itens () para _____

3. Na minha opinião o modelo pode ser utilizado para:
 - qualquer atividade em sala de aula
 - atividades contextualizados
 - projetos interdisciplinares
 - outro _____

4. O modelo do BIE apresentado e trabalhado no curso de ABP auxiliou:
 - no planejamento do projeto
 - o acompanhamento de projetos
 - para na definição de produtos para avaliação
 - para na definição de critérios de desempenho para avaliação
 - pouco, pois esperava esclarecer os aspectos relativos a _____
 - pouco, pois não pude comparecer a todos os encontros e não é possível avaliar.

5. Indique o que é necessário para seguir o modelo BIE
 - Mais tempo de prática para experimentá-lo
 - Um acompanhamento com orientações
 - Materiais descritos na linha do método
 - Mais cursos de capacitação
 - Reuniões com oficinas pedagógicas
 - Textos de apoio para subsidiar os fundamentos teóricos da proposta

6. A proposta desenvolvida com esse acompanhamento propicia para o aluno o desenvolvimento de:
 - Competências/habilidades
 - Valores e atitudes afinados com a ética e cidadania
 - Aplicação de conceitos específicos
 - Outros _____

7. Justificativa ou sugestões (referente ao método e/ou ao curso):