UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO UFRJ

LICENCIATURA DE FÍSICA

WELLINGTON DE ALBUQUERQUE GUIMARÃES

UMA PROPOSTA NO ENSINO DE FÍSICA SOB UMA NOVA VISÃO DE DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO LIMPO COM O MERCADO DE CARBONO

Orientadora:Ligia de Farias Moreira

Banca:

Prof. Francisco Artur Braun Chaves

Prof. João José Fernandes de Souza

Prof. José Eduardo Ramalho Dantas

I. F. U. F. R. J.
BIBLIOTECA
REGISTR. DATA
13/2012

RIO DE JANEIRO, RJ, 2012

WELLINGTON DE ALBUQUERQUE GUIMARÃES

UMA PROPOSTA NO ENSINO DE FÍSICA SOB UMA NOVA VISÃO DE DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO LIMPO COM O MERCADO DE CARBONO

Trabalho apresentada ao
Programa de Graduação em
Licenciatura de Física
da Universidade Federal do Rio de Janeiro
– UFRJ, como requisito parcial
para obtenção do título.

LÍGIA DE FARIAS MOREIRA

Orientador

RIO DE JANEIRO,RJ,

2012

DEDICATÓRIAS

Dedico este trabalho aos meus pais por ter proporcionado bens mais importantes na formação de um homem: uma família, um bom caráter e um bom estudo.

(Wellington de A. Guimarães)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por abençoar a minha família, a minha saúde, minhas amizades e ao meu caminho. Agradeço também a minha família por ser um dos pilares fundamentais para a minha formação, em especial aos meus pais – Heleodorio Maranhão Guimarães e Lúcia Helena de Albuquerque Guimarães – pelas dificuldades encontradas e vencidas, para que não me faltasse itens essenciais para o meu desenvolvimento: amor, alimento e educação. A minha irmã por compartilhar nossa vida, nossa história, nossas desavenças e nossas risadas. Agradeço novamente a Deus por encaminha uma mulher tão especial em minha vida, a minha namorada, uma mulher que nestes cincos anos não apenas somou mas multiplicou na minha vida. Aos amigos de Velha Guarda por compartilhar longas histórias e aventuras de tantos anos de uma amizade saudável. Aos professores pela dedicação e interesse pela minha formação como profissional, e aos funcionários da UFRJ que por vezes tão esquecidos mas que são a base do funcionamento da Instituição.

RESUMO

Este trabalho tem a finalidade de demonstrar que o estudo do mercado de carbono pode implementar nas escolas um ensino de Física com uma nova visão de desenvolvimento energético limpo ou que traga menos prejuízos ao meio ambiente, fazendo com que seu aprendizado gere uma nova visão e conhecimento ao combate do problema central deste tema: o aquecimento global.

O aquecimento global é um dos principais temas abordados no mundo de hoje e para tratar sobre o tema, será necessário abordar sobre a importância do Protocolo de Quioto, desde seu conceito à sua finalidade, trataremos também, sobre o funcionamento do mercado de crédito carbono com o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), visando a redução de emissão dos gases geradores do efeito estufa, gases estes responsáveis pelo aquecimento global. A partir daí, desenvolveremos as estratégias de utilização de fontes alternativas para a geração de energia limpa ou menos poluidora, do Potencial de utilização à sua viabilidade no Brasil e no mundo.

Estes tipos de estratégias visam a substituição dos combustíveis fósseis como a principal matriz energética do mundo. O combustível fóssil é um dos maiores responsáveis pela mudança climática do nosso sistema, isso acontece devido a emissão de gases poluentes na atmosfera através de sua queima.

Assim podemos demonstrar como o mercado do Carbono pode implementar no ensino de Física nas nossas escolas, dentro das diretrizes apresentadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Apresentaremos, também, como essa gama de conhecimento pode-se ser aplicadas nas salas de aulas, como podemos utiliza-las, dentro e fora da classe, para a formação de nossos jovens estudantes em futuros cidadães cientes de sua responsabilidade perante a sociedade.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 01

1 – CONCEITOS FUNDAMENTAIS.....05

1.1 – Efeito Estufa 05

1.2 – Energia 07

1.3 –Energia e a evolução 09

1.4 – O gerador 10

2 – PROTOCOLO DE QUIOTO 12

2.1 – Conceito 12

2.2 – Classificação 13

2.3 – Missão 16

3 – MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo 17

3.1 – Conceito 17

3.2 – Metas 19

3.3 - Crédito Carbono ou RCE´s 20

4 – ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DOS GASES POLUENTES.....21

4.1 – Energia Solar 22

4.1.1 – Informações Gerais.....22

4.1.2 – Aproveitamento Térmico.....22

4.1.3 – Conversão direta da radiação solar em energia elétrica..24

4.1.4 – Pontos Negativos da energia solar.....25

4. 2 – Energia Eólica 25

4.2.1 – Informações gerais.....25

4.2.2 – Disponibilidade dos recursos 26

4.2.3 – Tecnologia de aproveitamento.....28

4.2.4 – Pontos negativos.....29

4.3 – Energia Maremotriz 29

4.3.1 – Informações gerais.....29

4.3.2 – Tecnologia.....30

4.4 – Energia Hidráulica 32

4.4.1 – Informações gerais 32

4.4.2 – Tecnologia 33

4.4.3 – Prós e contras de uma usina hidráulica 34

4. 5– **Biomassa e os biocombustíveis 36**

4.5.1 – Informações gerais 36

4.5.2 – Materiais 37

4.5.3 – Prós e contras da utilização da biomassa como fonte de energia.....39

4.6 – Energia Nuclear 40

4.6.1 – Informações gerais 40

4.6.2 – Tecnologia.....41

4.6.3 – Prós e contras de uma usina Nuclear 43

5 – UTILIZAÇÃO DO CRÉDITO DE CARBONO NAS ESCOLAS 45

6 – CONCLUSÃO 53

REFERÊNCIAS 55

INTRODUÇÃO

A humanidade está vivenciando um grande progresso científico-tecnológico nesses últimos séculos. Estes avanços, tão presentes em nossas vidas, visam a melhorar e facilitar nosso cotidiano com informações rápidas através da internet, alimentos instantâneos, a melhora da saúde e proteção contra doenças, do avanço dos meios de locomoção, dentre outros.

Qualquer avanço tecnológico, em regra, sempre possui um lado negativo. Sem deixar de reconhecer os benefícios, mas os avanços tecnológicos afetam, mesmo que de forma indireta, o equilíbrio da vida em nosso sistema. Há diversos pontos negativos, a começar que nem toda humanidade goza do direito de desfrutar do avanço científico e tecnológico, a evolução armamentista do poderio militar, redução de empregos, problemas ambientais, e outros.

Numa reportagem do jornal O Globo do dia 30 de maio de 2011 pode ser lido: "A emissão de gases do efeito estufa bateu recorde no último ano, no que foi a maior liberação de carbono na atmosfera já registrada, diminuindo as esperanças de manter o aquecimento global em níveis seguros difíceis".

Um dos principais temas abordados no mundo contemporâneo está relacionado ao clima. Organizações de defesa ambiental anunciam as devidas consequências do efeito estufa, como podemos constatar em dados do IPCC (Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas, estabelecido pelas Organização das Nações Unidas e pela Organização Meteorológica Mundial em 1988), onde em seu último relatório revela que a maior parte desse aquecimento, observado nos últimos 50 anos, se deve muito provavelmente a um aumento dos gases do efeito estufa.

Sabe-se que o efeito estufa, dentro de uma determinada faixa, é de suma importância para a sobrevivência das espécies, e se não houvesse tal efeito seria inviável a vida na Terra, pois as variações de temperatura do planeta seriam muito grandes, mas com a liberação indiscriminada de gases responsáveis pelo Efeito Estufa desenvolveu-se um fenômeno conhecido como Aquecimento Global, desencadeando assim um desequilíbrio ambiental com consequências catastróficas. A partir dai, surgiu um grande interesse por parte da população mundial em relação ao desequilíbrio climático. Verifica-se que já há pequenas mudanças no modo de vida, evitando desperdícios, consumo de produtos de empresas onde não há uma política de responsabilidade ambiental, coleta seletiva, trocas de fontes de energias menos poluidoras, ações governamentais visando proteção ambiental, dentre outras ações que visam minimizar a degradação ambiental. O importante é que já há um processo de mudança da mentalidade do mundo com relação ao clima, mas o processo ainda é lento e pode ser tardio.

A discussão do efeito climático vem se desenvolvendo há bastante tempo. Em 1972, foram iniciadas discussões a respeito do clima, na Convenção de Estocolmo. Em 1988 criou-se o Painel Intergovernamental sobre Mudança no Clima (IPCC), um organismo de cunho científico que emite relatórios relativos à mudança global no clima. No ano de 1992, na cidade do Rio de Janeiro, foi realizada a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, popularmente conhecida como "ECO 92". Paralelamente a este encontro, também estiveram reunidas Organizações Não Governamentais (ONGs) de vários países. Nessa reunião, foi criada a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCC). Os países signatários desta Convenção vêm se reunindo periodicamente através das Conferências das Partes (COP´s), onde procuram estabelecer as condições para o tratamento conjunto da poluição atmosférica mundial, como a COP15 realizado em novembro de 2009 em Copenhagem.

De acordo com o Guia de Orientação de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (2009), em 1995 o Mandato de Berlim estabeleceu que os países desenvolvidos devessem, com base no princípio das responsabilidades comuns mas diferenciadas, determinado na Convenção, estabelecer num Protocolo ou em outro instrumento legal, metas quantitativas de redução de emissão, bem como descrever as políticas e medidas que seriam necessárias para alcançar essas metas. Assim, em 1997, na Terceira Conferência das Partes (COP 3), realizada

em Quioto – Japão, foi adotado o Protocolo de Quioto. Trata-se de um acordo internacional de compromissos rígidos para a redução de emissão de gases que provocam o efeito estufa, principal causa das mudanças climáticas. Como as metas não são homogêneas, países que não receberam metas, mas desenvolvem projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), podem vender os direitos resultantes destes projetos aos países que aderiram ao Protocolo de Quioto ou ao Chicago Climate Exchange (CCX) que não conseguem atingi-las. Entretanto, além da comercialização, as empresas envolvidas precisam apresentar estimativas de poluição e o que fazem para compensar suas emissões.

Foi realizado, neste ano de 2012, na cidade do Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, cujo nome está associado aos 20 anos da "ECO 92" que deverá contribuir para a agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas.

As discussões sobre os problemas ambientais estão sendo realizadas, e o foco deste trabalho visa a implementar o interesse em sustentabilidade nas escolas, visando minimizar o impacto ambiental da emissão de carbono na atmosfera.

Assim, apresentamos a questão central desta pesquisa: uma proposta no ensino de Física sob uma nova visão de desenvolvimento energético limpo ou que traga menos prejuízos ao meio ambiente, estudando o mercado de carbono.

Com os resultados alcançados após a coleta das informações, pretendemos demonstrar como os assuntos devem ser tratados e incitar o debate sobre o tema e o impacto dessa relação sobre o futuro. Para isso, primeiro é necessário abordar conceitualmente o Protocolo de Quioto e o desenvolvimento do mercado de carbono ou Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), para uma maior compreensão de suas metas e fundamentos, e então, desenvolver as estratégias de produção de energia limpa e reutilização de resíduos poluentes, sempre ligando os conceitos introduzidos com a aplicação no ensino de base de nossos jovens, como potencial energético, formas de energia (cinética, potencial, térmica, química, etc) e

transformações.

O trabalho foi realizado em cinco capítulos, além desta introdução e das considerações finais. O capítulo 1 irá retratar conceitos a ser iniciados para a compreensão dos temas abordados como do significado do efeito estufa, os princípios e conceitos sobre energia e a sua evolução. O capítulo 1 também irá retratar a função e funcionamento do gerador e sua importância para a geração de energia elétrica.

Os 2º e 3º capítulos abordam o porquê do Protocolo de Quioto foi importante para o desenvolvimento de novas fontes de energia, aborda também sobre o funcionamento dos Créditos de Carbono e os conceitos e etapas do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

O capítulo 4, trabalhamos as estratégias de produção de energia limpa, abordando as diversas formas de produção, seus mecanismos de funcionamento, potencial de geração de energia, sua viabilidade de construção e conceitos para produção de energia. Neste capítulo a apresentaremos os prós e contras de cada fonte de geração de energia visando à substituição dos combustíveis fósseis como principal fonte energética do mundo.

O capítulo 5 explora como que essa gama de informações pode ser aproveitada no ensino de física nas escolas, ligando o novo sentido na formação de um conhecimento em física para a formação de um jovem em cidadão dentro das diretrizes apresentadas nos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais).

Este trabalho foi realizado principalmente através de revisão bibliográfica sobre o guia de orientação "O MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO" do ano de 2009, para o desenvolvimento energético limpo, para extrair informações para aplica-las em sala de aula de acordo com as Orientações Educacionais aos Parâmetros Curriculares Nacionais, expedido pelo Ministério da Educação do ano de 2000.

1 – CONCEITOS FUNDAMENTAIS

A ciência é o esforço para descobrir e aumentar o conhecimento humano, de como o universo funciona, na investigação ou estudos racionais do Universo, quanto a organizar conhecimentos adquiridos em estudos e pesquisas, bem como para equalizar e sintetizar o conhecimento de novas inovações tecnológicas para a produção de energia limpa. Para um bom entendimento das fontes de energia limpa é necessário o desenvolvimento de cada conceitos expostos a seguir, onde desenvolveremos as estratégias para redução de gases do efeito estufa na atmosfera.

1.1 – EFEITO ESTUFA

Conforme a Cartilha do Ministério da Ciência e Tecnologia sobre Efeito Estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima o problema central deste tema é o aquecimento global provocado pelo o efeito estufa. O clima na Terra é regulado pelo fluxo constante de energia emitida pelo sol que atravessa a atmosfera na forma de luz visível. Conforme a Figura 1, parte dessa energia é devolvida pela Terra na forma de radiação infravermelha, emitida pela superfície terrestre e é absorvida por determinados gases presentes na atmosfera, onde esse processo é denominado de efeito estufa. Os gases de efeito estufa são gases presentes na atmosfera terrestre que têm a propriedade de bloquear parte dessa radiação infravermelha, muitos deles como vapor d'água, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e ozônio (O_3), existem naturalmente na atmosfera e são essenciais para a manutenção da vida no planeta, pois sem eles a Terra seria, em média, cerca de 30°C mais fria.

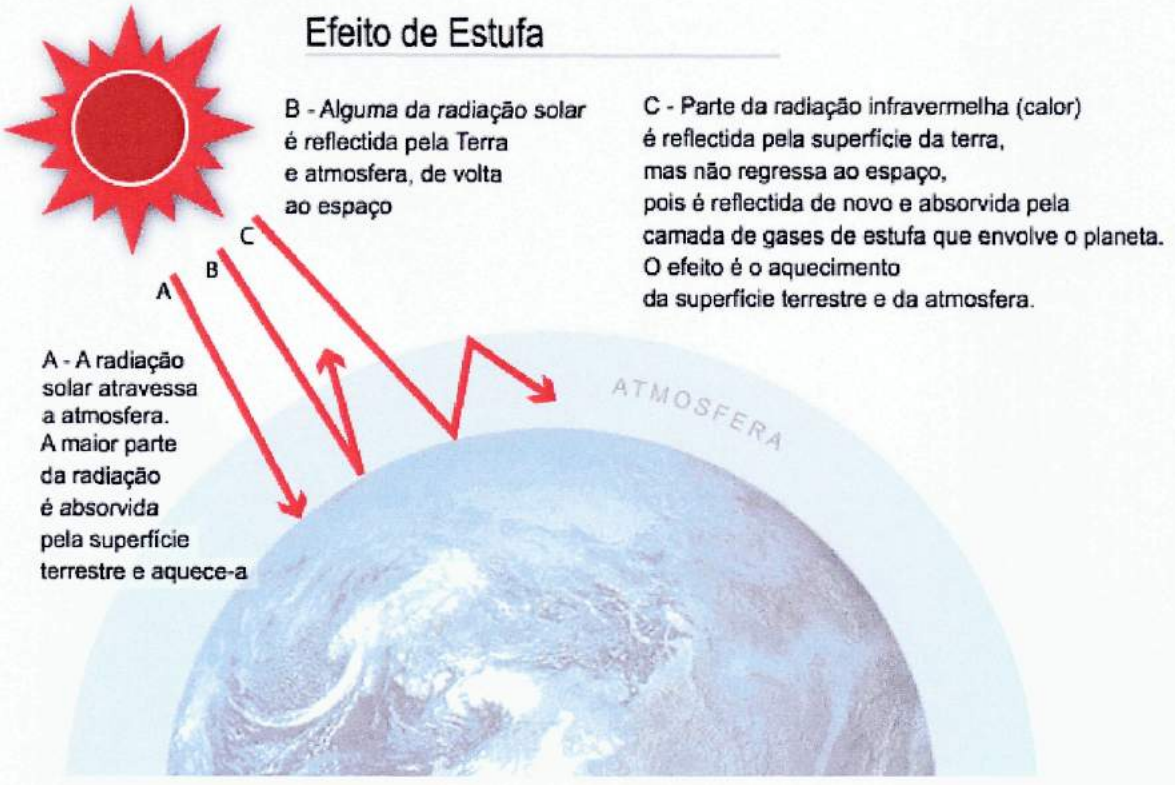


Figura 1: O efeito-estufa na Terra.

Fonte: U.S. Global Change Research Program

O dióxido de Carbono (CO_2) é produzido através da queima dos combustíveis fósseis como usados pelos veículos automotores, pela queima das florestas, dentre outras. Um dos piores gases é o metano, cerca de 20 vezes mais potente que o dióxido de carbono, é produzido pela flatulência dos ovinos e bovinos, decomposição de resíduos orgânicos por fontes naturais como pântanos, bactérias, dentre outros, sendo que 60% da emissão de metano no mundo é produto da ação humana.

O início da descoberta do efeito estufa iniciou-se por Jean-Baptiste Fourier, um famoso filosofo e biólogo Irlandês do século XIX. Ele mostrou que o efeito de aquecimento do ar dentro das estufas de vidro, utilizadas para manter plantas de climas mais quentes no clima mais frio da Europa, se repetiria na atmosfera terrestre. Em 1860, o cientista britânico John Tyndall mediu a absorção de calor pelo dióxido de carbono e pelo vapor d' água. Ele foi

o primeiro a introduzir a ideia que as grandes variações na temperatura média da Terra que produziriam épocas extremamente frias, como as chamadas "idades do gelo" ou muito quentes poderiam ser devidas às variações da quantidade de dióxido de carbono na atmosfera.

A continuidade das pesquisas sobre o efeito estufa, o cientista sueco Svante Arrhenius, em 1896, calculou que a duplicação da quantidade de CO_2 na atmosfera aumentaria a sua temperatura de 5 a 6 °C.

Cabe aqui comentar que o efeito estufa não é um mal em si, pelo contrário, a humanidade, e a maioria dos seres vivos hoje existentes simplesmente não existiriam sem este fenômeno, pois a Terra teria uma temperatura média de cerca de 6 °C negativos. Esta seria, pois, um congelador de grandes proporções. O problema é o agravamento do efeito estufa e velocidade da mudança ocasionando modificações no espaço natural como: aumento da estiagem em certas localizações; desertificações de áreas cultiváveis e férteis; aumento significativo na incidências de grandes tempestades, furacões e tornados; perda de espécies da fauna e flora; contribuição para o derretimento das calotas polares, acarretando assim aumento dos níveis dos oceanos.

O tema é bem discutido no mundo atual, a toda hora vemos a divulgação sobre o tema nos noticiários de televisão ou em revistas. O que bem sabemos é que este transtorno de acúmulo excessivo de gases na atmosfera é provocada pela ação humana.

1.2 - ENERGIA

A sociedade necessita cada vez mais da energia para manter suas necessidades básicas. A produção de energia é a questão central do mundo, provocando guerras, discussões que movimentam o nosso dia-a-dia, mas o que significa energia? Em ciência, o conceito de energia (do grego *έν* dentro, *εργον* trabalho, obra, dentro do trabalho) não é algo trivial pois só pode ser entendido mediante a análise de dois entes ou sistemas físicos em interação. Quando dois sistemas físicos interagem entre si, mudanças nos dois sistemas ocorrem. A interação desses sistemas se dá, de acordo com os resultados de forma muito regular, sempre mútuo. Dentro da física, a energia tem um conceito essencial e pela sua importância há uma

subárea dedicada quase que exclusivamente ao estuda da energia: a termodinâmica. Termodinâmica é a parte da física que estuda as relações entre energia, trabalho, calor e temperatura.

Tudo, para funcionar, necessita de energia. O corpo humano também não é diferente, dependemos da comida para obter e reservar energia para desempenharmos nossas atividades habituais. As operações químicas e físicas do corpo humano são de algum modo comparadas a uma máquina, se não tiver energia não funciona. O corpo humano para se movimentar, provoca transformação de energia química de um músculo, que o corpo produz a partir dos alimentos e oxigênio, em energia de movimento seguindo ao princípio da conservação de energia.

A lei ou princípio da conservação de energia estabelece que a quantidade total de energia em um sistema isolado permanece constante, em outras palavras, não pode ser criada e nem destruída mas apenas transformadas. A energia possui várias subdivisões cada um com seu conceito e especificações, destacaremos as principais como energia potencial e a energia cinética para uma melhor entendimento dos capítulos posteriores.

A energia potencial é a forma de energia quando está "armazenada", isto é, que pode a manifestar-se a qualquer momento podendo ser associadas a interação gravitacional (energia potencial gravitacional), elétrica (energia potencial elétrica), elástica (energia potencial elástica) e nuclear (energia potencial nuclear). A energia potencial gravitacional é a energia "armazenada" de um objeto a uma determinada altura em relação ao solo, considerando um sistema dentro da superfície da Terra. Esta energia é proporcional a altura do corpo em relação ao solo, este tipo de energia visualizaremos no capítulo 4 quando entramos na fonte da energia hidrelétrica. A energia potencial elétrica é a energia associada a uma partícula qualquer com carga elétrica. Na energia potencial elástica é a energia que está associada a uma mola ou a um corpo deformado desde que em regime elástico e não plástico. Define-se energia nuclear como a energia potencial associada à posição relativa dos núcleos um átomo em relação aos outros em virtude da interação nuclear forte que os mantém unidos no núcleo atômico.

A energia cinética é a energia que está relacionada ao movimento dos corpos, esse

corpo pode ser a massas de ar, água, objetos, a qualquer massa que encontra-se em movimento. Sua energia será proporcional a sua massa e velocidade, podendo o movimento ser retilíneo ou rotacional.

A lei ou principio de conservação de energia estabelece que em um sistema isolado a quantidade total de energia não pode ser alterada, permanecendo constante. E para o nosso tema isso é importantíssimo, para compreendermos as forma de geração de energia, posto que, até que a energia elétrica chegue em nossas residências ela passou por vários processos de transformações, dissipando a energia no meio externo, aproveitando a energia das águas em movimento, aproveitando as radiações solares, dentre outras que serão expostas no próximo capítulo.

1.3 – ENERGIA E A EVOLUÇÃO

O combustível mineral é a principal fonte de energia utilizada no planeta. Também chamados de combustíveis fósseis, são utilizados para a combustão, destacando-se o petróleo, o carvão mineral e o gás natural. Os grandes problemas dos combustíveis fósseis são por ser uma fonte de energia finita, não são renováveis e são um dos principais emissores de gases do efeito estufa, através de sua queima.

Não podemos esquecer que os combustível mineral é, e foi, de suma importância para a evolução da ciência e da sociedade. Podemos visualizar a partir de sua utilização para produzir calor, para convertê-la em energia mecânica através da criação da máquina a vapor.

As máquinas a vapor passaram por diversos processos de transformações até chegar a uma máquina bastante desenvolvida para produção comercial através do trabalho de James Watt. Sua importância com a revolução tecnológica da sociedade se deu através da criação da máquina a vapor com condensador, montado a partir de experiências da máquina de Thomas Newcomen (1663-1729) produzindo o dobro do trabalho, economizando em combustível. A partir dai houveram diferentes modelos para aumentar eficiência e diminuir o consumo, essa idéia foi sendo aprimorada até nos dias atuais, diminuindo o consumo da energia proveniente de combustíveis fósseis através de uma maior eficiência dos motores a combustão, diminuindo a emissões de gases do efeito estufa. Há uma grande preocupação com a emissão

de gases poluentes da queima dos combustíveis fósseis, sua substituição está sendo feita de forma lenta mas gradativa.

1.4 - O GERADOR

Para a estratégia de geração de energia, que será desenvolvida no capítulo a seguir, é fundamental compreender a função do gerador. O gerador é um dispositivo que funciona com base nas leis da indução eletromagnética, este princípio onde se operam os transformadores, geradores, motores elétricos e outras máquinas elétricas. Em sua forma mais simples, consiste numa espira em forma de um círculo. Ela fica imersa num campo magnético e roda em torno de um eixo perpendicular às linhas magnéticas nessa área conforme na Figura 2.

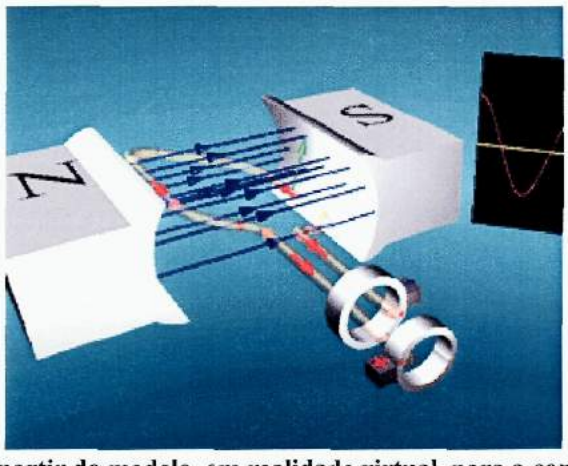


Figura 2: Imagem obtida a partir do modelo, em realidade virtual, para a compreensão dos princípios de funcionamento do Gerador Elétrico.
Fonte:dee.ufrj.br

Quando fazemos a espira girar com movimento regular, o fluxo magnético que atravessa sua superfície varia continuamente. Surge assim, na espira, uma corrente induzida periódica. A cada meia volta da espira o sentido da corrente se inverte, por isso ela recebe o nome de corrente alternada.

O gerador é quem faz a conversão da energia cinética de rotação de uma turbina de uma usina hidrelétrica em energia elétrica conforme na Figura 3, ou a mecanismos similares como nas usinas eólicas, maremotriz, dentre outras que serão expostas no capítulo 4.

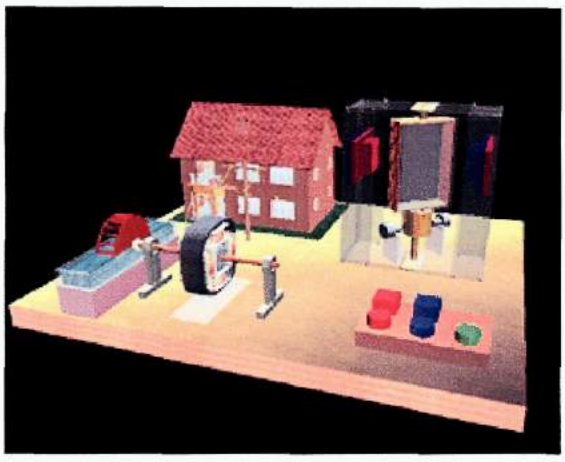


Figura 03: Imagem obtida da concepção, em realidade virtual, para o conjunto Gerador/Motor moderno. Fonte:dee.ufrj.br

2 – PROTOCOLO DE QUIOTO

2.1 – CONCEITO

O Protocolo de Quioto é um acordo internacional que estabelece metas de redução de gases poluentes por parte de todos os países, signatários ou não. Sua adoção ocorreu na COP 3 realizada no ano 1997 na cidade de Quioto no Japão, e a entrada em vigor efetiva aconteceu em 2005. A demora para sua inicialização ocorreu devido à necessidade de atendimento de, principalmente, duas regras básicas:

1ª – ratificação de 55 países integrantes dos Anexos I e II;

2ª – os países do Anexo I que ratificaram o documento deveriam atingir 55% do total das emissões de 1990.

O documento foi assinado por centenas de países. Entretanto, apenas 30 países industrializados, que concentram o maior percentual de emissão de poluentes, estão sujeitos as metas de redução ou limitação de emissão. Dados coletados em fevereiro de 2012, totalizam em 179 os países que assinaram e ratificaram o acordo, um país que assinou e pretende ratificar, três países que assinaram e não ratificaram (destaque para os Estados Unidos) e 20 países que não assinaram. O mapa de participação do protocolo de Quioto consta na figura 4.

Mapa do Protocolo de Kyoto em 2009. ; Legenda : :* Verde : Países que ratificaram o protocolo. :* Amarelo : Países que ratificaram, mas ainda não cumpriram o protocolo. :* Azul : Países que não ratificaram o protocolo. :* Cinzento : Países que não assumiram nenhuma posição no protocolo.

Figura 4- Participação no Protocolo de Quioto: a cor verde denota países que assinaram e ratificaram o tratado até Fevereiro de 2009 .

Fonte: pt.wikipédia.org

2.2 - CLASSIFICAÇÃO

Segundo o protocolo os países se classificam ANEXOS:

ANEXO I – países desenvolvidos, mais poluentes, que precisam diminuir e/ou compensar as emissões de gases do efeito estufa (GEE), podendo tornar-se compradores de créditos provenientes de MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo).

ANEXO II – países em desenvolvimento ou em transição econômica, que podem ser chamados de anfitriões de projetos, onde os países do Anexo I desenvolvem e/ou comercializam projetos.

Segundo o artigo 2, os países do ANEXO I devem:

"1. Cada Parte incluída no Anexo I, ao cumprir seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos sob o Artigo 3, a fim de promover o desenvolvimento sustentável, deve:

(a) Implementar e/ou aprimorar políticas e medidas de acordo com suas circunstâncias nacionais, tais como:

(i) O aumento da eficiência energética em setores relevantes da economia nacional;

(ii) A proteção e o aumento de sumidouros e reservatórios de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, levando em conta seus compromissos assumidos em acordos internacionais relevantes sobre o meio ambiente, a promoção de práticas sustentáveis de manejo florestal, florestamento e reflorestamento;

(iii) A promoção de formas sustentáveis de agricultura à luz das considerações sobre a mudança do clima;

(iv)A pesquisa, a promoção, o desenvolvimento e o aumento do uso de formas novas e renováveis de energia, de tecnologias de seqüestro de dióxido de carbono e de tecnologias ambientalmente seguras, que sejam avançadas e inovadoras;

(v) A redução gradual ou eliminação de imperfeições de mercado, de incentivos fiscais, de isenções tributárias e tarifárias e de subsídios para todos os setores emissores de gases de efeito estufa que sejam contrários ao objetivo da Convenção e aplicação de instrumentos de mercado;

(vi) O estímulo a reformas adequadas em setores relevantes, visando a promoção de políticas e medidas que limitem ou reduzam emissões de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal;

(vii) Medidas para limitar e/ou reduzir as emissões de gases de efeito

estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal no setor de transportes;

(viii) A limitação e/ou redução de emissões de metano por meio de sua recuperação e utilização no tratamento de resíduos, bem como na produção, no transporte e na distribuição de energia;

(b) Cooperar com outras Partes incluídas no Anexo I no aumento da eficácia individual e combinada de suas políticas e medidas adotadas segundo este Artigo. Para esse fim, essas Partes devem adotar medidas para compartilhar experiências e trocar informações sobre tais políticas e medidas, inclusive desenvolvendo formas de melhorar sua comparabilidade, transparência e eficácia. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve, em sua primeira sessão ou tão logo seja praticável a partir de então, considerar maneiras de facilitar tal cooperação, levando em conta toda a informação relevante.

Com relação às metas estabelecidas no artigo 3.1 (descrito abaixo), as partes integrantes do Anexo I deverão, em conjunto, reduzir entre 2008 e 2012 - fase conhecida como Primeiro Período de Compromisso, pelo menos 5% das emissões totais de gases, abaixo dos níveis de 1990.

art. 3.1 - As Partes incluídas no Anexo I devem, individual ou conjuntamente, assegurar que suas emissões antrópicas agregadas, expressas em dióxido de carbono equivalente, dos gases de efeito estufa listados no Anexo A não excedam suas quantidades atribuídas, calculadas em conformidade com seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões descritos no Anexo B e de acordo com as disposições deste Artigo, com vistas a reduzir suas emissões totais desses gases em pelo menos 5 por cento abaixo dos níveis de 1990 no período de compromisso de 2008 a 2012.

2.3 – MISSÃO

O Protocolo de Quioto tem como missão alcançar a estabilização da concentração de gases na atmosfera, com a finalidade de reduzir a interferência no clima e contribuir para a sustentabilidade do planeta.

Atualmente, o protocolo não prevê para os países em desenvolvimento nenhuma meta na primeira fase do compromisso, entretanto, estes países devem calcular seus inventários e desenvolver políticas e medidas que reduzam suas emissões.

Em relação ao não cumprimento das metas, o tema foi abordado no artigo 18 do protocolo:

> *Art. 18 - A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve, em sua primeira sessão, aprovar procedimentos e mecanismos adequados e eficazes para determinar e tratar de casos de não-cumprimento das disposições deste Protocolo, inclusive por meio do desenvolvimento de uma lista indicando possíveis consequências, levando em conta a causa, o tipo, o grau e a frequência do não-cumprimento. Qualquer procedimento e mecanismo sob este Artigo que acarrete consequências de caráter vinculante deve ser adotado por meio de uma emenda a este Protocolo.*

3 – MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL)

3 . 1 – CONCEITO

Definido no artigo 12 do Protocolo de Quioto, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é um mecanismo de flexibilização onde os países do Anexo I podem desenvolver projetos de redução de emissão de gases do efeito estufa nos países que não fazem parte deste anexo para cumprirem suas metas de redução estabelecidas. É o único mecanismo que permite a participação de países que não pertencem ao Anexo I. Foi desenvolvido a partir de uma proposta brasileira e sua regulamentação aconteceu no Acordo de Marraqueche, na Conferencia das Partes 7.

> *ARTIGO 12*
>
> *1. Fica definido um mecanismo de desenvolvimento limpo.*
>
> *2. O objetivo do mecanismo de desenvolvimento limpo deve ser assistir às Partes não incluídas no Anexo I para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção, e assistir às Partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3.*
>
> *3. Sob o mecanismo de desenvolvimento limpo:*
>
> *(a) As Partes não incluídas no Anexo I beneficiar-se-ão de atividades de projetos que resultem em reduções certificadas de emissões; e*
>
> *(b) As Partes incluídas no Anexo I podem utilizar as reduções certificadas de emissões, resultantes de tais atividades de projetos, para contribuir com o cumprimento de parte de seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3, como determinado pela Conferência das Partes na*

qualidade de reunião das Partes deste Protocolo.

4. O mecanismo de desenvolvimento limpo deve sujeitar-se à autoridade e orientação da Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo e à supervisão de um conselho executivo do mecanismo de desenvolvimento limpo.

5. As reduções de emissões resultantes de cada atividade de projeto devem ser certificadas por entidades operacionais a serem designadas pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo, com base em:

(a) Participação voluntária aprovada por cada Parte envolvida;

(b) Benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação da mudança do clima; e

(c) Reduções de emissões que sejam adicionais as que ocorreriam na ausência da atividade certificada de projeto.

6. O mecanismo de desenvolvimento limpo deve prestar assistência quanto à obtenção de fundos para atividades certificadas de projetos quando necessário.

7. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve, em sua primeira sessão, elaborar modalidades e procedimentos com o objetivo de assegurar transparência, eficiência e prestação de contas das atividades de projetos por meio de auditorias e verificações independentes.

8. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve assegurar que uma fração dos fundos advindos de atividades de projetos certificadas seja utilizada para cobrir despesas administrativas, assim como assistir às Partes países em desenvolvimento que sejam particularmente vulneráveis aos efeitos adversos da mudança do clima para fazer face aos custos de

adaptação.

9. A participação no mecanismo de desenvolvimento limpo, incluindo nas atividades mencionadas no parágrafo 3(a) acima e na aquisição de reduções certificadas de emissão, pode envolver entidades privadas e/ou públicas e deve sujeitar-se a qualquer orientação que possa ser dada pelo conselho executivo do mecanismo de desenvolvimento limpo.

10. Reduções certificadas de emissões obtidas durante o período do ano 2000 até o início do primeiro período de compromisso podem ser utilizadas para auxiliar no cumprimento das responsabilidades relativas ao primeiro período de compromisso.

3. 2 – METAS

As metas do MDL são o desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento e a redução das emissões dos países do Anexo I.

Segundo o Guia de Orientação MDL (2009), não se pode negar que o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é um instrumento que permite reduções de emissões mais baratas para os países no Anexo I, fomenta o fluxo de recursos e transferência de tecnologias dos países industrializados para países em desenvolvimento, sem comprometer o crescimento econômico e o bem-estar social. Entretanto, vale ressaltar a importância do acompanhamento dos projetos, uma vez que os países do Anexo I "podem continuar poluindo" desde que compensem suas emissões com a participação em algum projeto que reduza a emissão desses gases ou participem da comercialização de certificados de projetos, adquirindo Reduções Certificadas de Emissão (RCE´s).

3.3 – CRÉDITO CARBONO OU RCE´S

O crédito de carbono é o direito adquirido com a redução da emissão de emissão de Gases do Efeito Estufa que pode ser comercializado (é um tipo de moeda). Também pode ser chamado de RCE, isto é, Redução de Emissão Certificada, emitida por agências de proteção ambiental reguladoras, que atestam que aconteceu a redução. Esta certificação é comercializada no mercado com valor monetário para conter a poluição, onde por convenção uma tonelada de dióxido de carbono (CO_2) corresponde a um crédito de carbono, onde este crédito pode ser negociado no mercado internacional. O CO_2 equivalente é o resultado da multiplicação das toneladas emitidas do GEE pelo seu potencial de aquecimento global. Assim uma tonelada de dióxido de carbono é equivalente a um crédito de carbono, já o gás metano tem o potencial 21 vezes maior que em relação ao dióxido de carbono, assim, uma tonelada de metano equivale a 21 créditos de carbono. O potencial de aquecimento dos Gases do Efeito Estufa é distribuído da seguinte maneira:

Tabela 1: Potencial de aquecimento dos Gases do Efeito Estufa

Composto	Nomenclatura	Potencial de aquecimento
CO_2	Dióxido de Carbono	1
CH_4	Metano	21
N_2O	Óxido nitroso	310
HFCs	Hidrofluorcarbonetos	140 ~ 11700
PFCs	Perfluorcarbonetos	6500 ~ 9200
SF_6	Hexafluoreto de enxofre	23900

Fonte: portal do São Francisco

O crédito de carbono dá a ideia de "direito de poluir" onde os países do ANEXO 1 compram o direito de poluir dos países do ANEXO 2, que não possuem a responsabilidade de redução dos GEE mas o que é reduzido é gerado em crédito de carbono a ser negociado no mercado Internacional. Desta forma, comprar créditos de carbono no mercado significa reduzir a multa devida ao emitir carbono na atmosfera.

4 - ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DE GASES POLUENTES

Como pudemos destacar nos capítulos anteriores, o mercado de carbono é de grande importância para a manutenção do equilíbrio ambiental. Neste capítulo trataremos das fontes alternativas de geração de energia limpa ou menos poluidoras, a fim de amenizar a emissão de gases geradores de efeito estufa. Entretanto, uma questão se apresenta: como utilizar fontes renováveis transformando-as em energia, visto que a grande parcela da matriz energética do mundo são provenientes de combustíveis fósseis? O petróleo e o carvão mineral são fontes de energia com grande importância no desenvolvimento da modernidade, mas são também combustíveis não-renováveis e está diretamente ligado ao problema do aquecimento global.

A busca de energia alternativas renováveis, evidencia a importância dos combustíveis em nossa sociedade em busca da sustentabilidade. No grupo chamado de "outras fontes" estão abrigados o vento (energia eólica), Sol (energia Solar), rios e correntes de água doce (energia hidráulica), dos mares e oceanos (energia maremotriz), geotérmicos (calor existente no interior da Terra), da matéria orgânica (biomassa e do biocombustível), entre outros. Em comum, elas têm o fato de serem renováveis, sendo corretas do ponto de vista ambiental e ter sua disponibilidade garantida, permitindo não só a diversificação, mas também a "limpeza" da matriz energética local, ao reduzir a dependência dos combustíveis fósseis.

Não é coincidência, portanto, que a evolução do parque instalado tenha se concentrado na década de 1990 e, particularmente, nos primeiros anos do século XXI, período em que se acentuaram as preocupações com a degeneração do meio ambiente, com a volatilidade dos preços do petróleo e com o esgotamento das reservas dos combustíveis fósseis.

Este capítulo é importante para entendermos que o planeta pode ser altamente sustentável e que existem alternativas para geração de energia que minimizam o degradamento e mantém o equilíbrio de nosso sistema.

4.1 – ENERGIA SOLAR

4.1.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

A energia solar é a energia proveniente de qualquer captação de energia luminosa proveniente do Sol e transformada em alguma forma utilizável pelo homem, tanto no aquecimento de água, quanto na conversão em energia mecânica ou elétrica. Ela detém quase todas as fontes de energia direta e indiretamente para a conversão de energia. Sob uma forma direta a radiação solar pode ser convertida diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para a geração de potência mecânica ou elétrica, sob forma indireta, a energia solar proporciona outras formas de geração de energia. Para a conversão direta em energia elétrica destacam-se o termoelétrico e o fotovoltaico, e sob uma forma indireta citamos a hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fosseis e energia dos oceanos.

Em nosso dia a dia utilizamos a energia solar para o aquecimento solar passivo, que é o aproveitamento da penetração da radiação para aquecimento e iluminação natural de ambientes. Para o aquecimento de fluidos utiliza-se o aproveitamento térmico que é feito pela utilização de coletores ou concentradores solares. Entre vários processos de aproveitamento da energia solar os mais usados são o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica, onde estes processos serão destacados neste capítulo.

4.1.2 – APROVEITAMENTO TÉRMICO

O uso de coletores solares principalmente para o aquecimento de água a temperaturas relativamente baixas, inferior a 100°C, são bastante utilizados em residências ou similares. O coletor é um sistema de aproveitamento térmico da energia solar e devido a baixa densidade da energia solar que incide sobre a superfície terrestre, o atendimento desse equipamento a uma residência torna-se necessário a instalação de vários metros quadrados de coletores. Para

o suprimento de água quente de uma residência típica três ou quatro moradores, são necessários cerca de quatro metros quadrados de coletor, conforme figura 5.

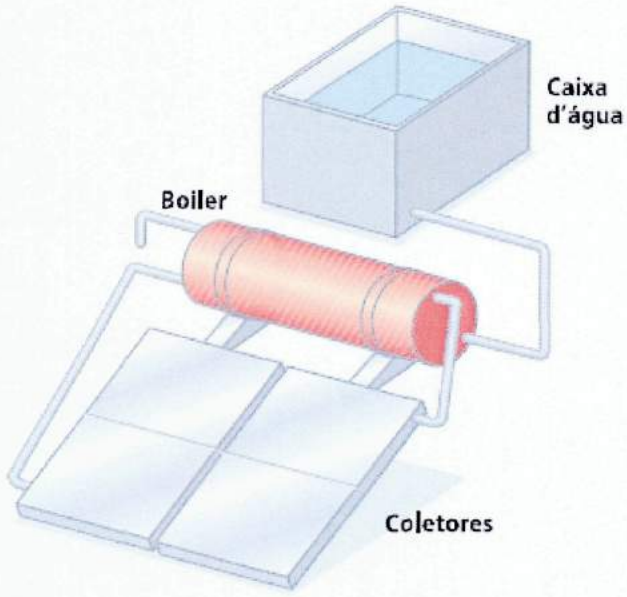


Figura 5: Coletor solar plano

Fonte: GREEN, M. A. et al. Solar cell efficiency tables: version 16. Progress in Photovoltaics: Research and Ap-plications, Sydney, v. 8, p. 377-384, 2000 (adaptado).

O concentrador solar tem por finalidade captar a energia solar incidente numa área relativamente grande e concentrá-la numa área muito menor, utilizando uma superfície refletora (espelho). O concentrador tem uma forma de parabólica ou esférica de forma que os raios incidentes sejam refletidos para o foco, onde ficará o material a ser aquecido, elevando assim a sua temperatura, a eficiência dos concentradores chegam de 14% a 22% de aproveitamento da energia solar incidente. [ANEEL-Energia Solar,2010]

4.1.3 – CONVERSÃO DIRETA DA RADIAÇÃO SOLAR EM ENERGIA ELÉTRICA

A radiação solar pode ser diretamente convertida em energia elétrica, por meio de efeitos da radiação através de semicondutores. Semicondutores são sólidos cristalinos de condutividade elétrica intermediária entre condutores e isolantes. Os elementos semicondutores podem ser tratados quimicamente para transmitir e controlar uma corrente elétrica. Os semicondutores são os materiais excelentes para a conversão direta da energia solar e se destacam pelos efeitos termoelétrico, caracterizados pelo surgimento de uma diferença de potencial, e pelo fotovoltaico, onde os fótons, contidos na luz solar, são convertidos em energia elétrica por meio do uso de células solares.

O efeito termoelétrico é a conversão direta da diferença de temperatura em voltagem elétrica e vice-versa. Caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, quando tal junção está a uma temperatura mais elevada do que as outras extremidades dos fios. Embora muito empregado na construção de medidores de temperatura, seu uso comercial para a geração de eletricidade tem sido impossibilitado pelos baixos rendimentos obtidos e pelos custos elevados dos materiais.

O efeito fotovoltaico decorre da excitação dos elétrons de alguns materiais, após a sua exposição à luz, criando uma tensão elétrica ou de uma corrente elétrica. O silício é um dos materiais mais adequados para a conversão da radiação solar em energia elétrica, os quais são usualmente chamados de células solares ou fotovoltaicas. Os elétrons gerados, no efeito fotovoltaico, a serem transferidos entre bandas diferentes (i.e., das bandas de valência para bandas de condução) dentro do próprio material, resultando no desenvolvimento de tensão elétrica entre dois elétrodos. Quanto maior a intensidade de luz, maior será o fluxo de energia elétrica, em um sistema fotovoltaico. Pode-se gerar energia em dias nublados, sem haver necessidade do brilho do Sol.

Um sistema de geração de energia elétrica através da luz solar está descrito na Figura 6.

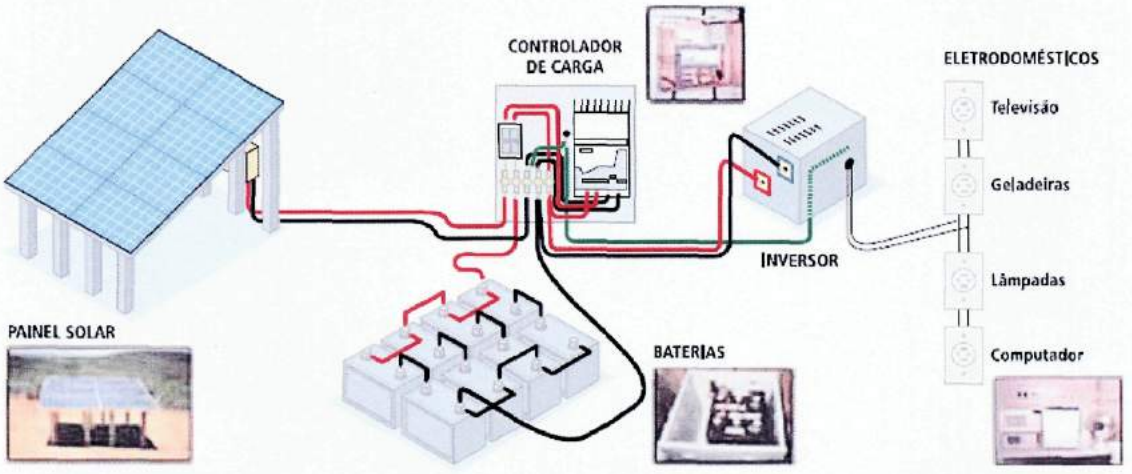


Figura 6 - Ilustração de um sistema de geração fotovoltaica de energia elétrica

Fonte: CENTRO DE REFERÊNCIA PARA A ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO - CRESESB. 2000. (adaptado).

4.1.4 – PONTOS NEGATIVOS DA ENERGIA SOLAR

Um dos grandes entraves da aderência em residências da utilização da energia solar em energia elétrica é os custos elevados dos materiais, que gradativamente tem-se reduzido, e a baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia, o que torna necessário o uso de grandes áreas para a captação de energia em quantidade suficiente para que o empreendimento se torne economicamente viável.

4.2 - ENERGIA EÓLICA

4.2.1 – INFORMAÇÕES GERAIS

A energia eólica é a energia cinética contida nas massas de ar em movimento, ou

energia que provém do vento. O termo *eólico* vem do latim *aeolicus*, pertencente ou relativo a Éolo, deus dos ventos na mitologia grega e, portanto, pertencente ou relativo ao vento. O desenvolvimento da energia eólica é de suma importância, pois sua energia é provida de fontes renováveis, limpa, e, se for utilizada para substituir fontes energéticas oriundas de combustíveis fósseis, consequentemente haverá uma diminuição de emissão de gases poluentes na atmosfera, auxiliando na redução do efeito-estufa.

A energia eólica é utilizada a milhares de anos para impulsionar barcos a velas ou para transformar a energia de moinhos de vento em energia mecânica para moagem de grãos, para bombear água, ou a outras aplicações que envolvem a energia mecânica.

A geração de energia elétrica por meio de turbinas eólicas constitui uma alternativa para diversos níveis de demanda. As pequenas centrais podem suprir pequenas localidades distantes da rede, contribuindo para o processo de universalização do atendimento, como é o caso de uma turbina eólica instala no Arquipélago de Fernando de Noronha, sendo que na época em que foi instalada, a geração de eletricidade dessa turbina correspondia a cerca de 10% da energia gerada na Ilha, proporcionando uma economia de aproximadamente 70.000 litros de óleo diesel por ano.

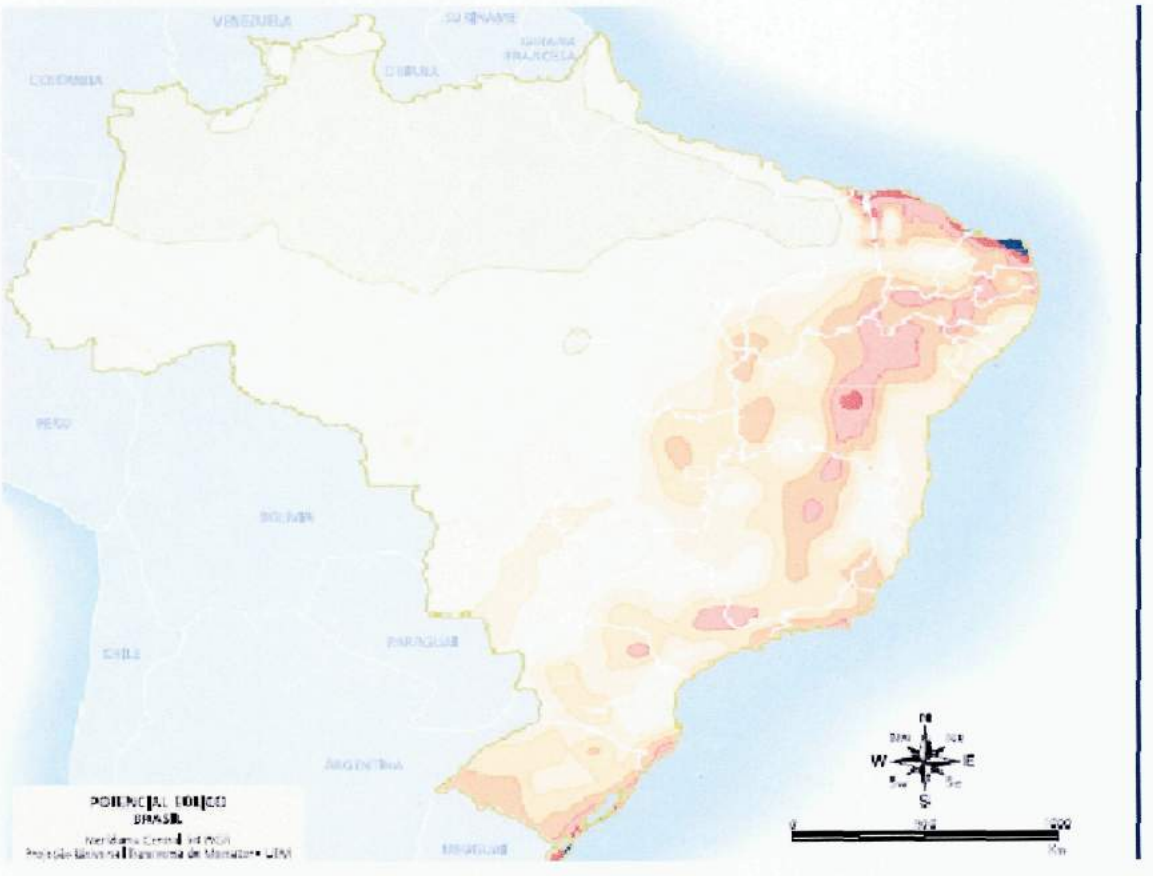
4.2.2 – DISPONIBILIDADE DOS RECURSOS

Para a instalação de uma torre eólica é necessário avaliar o potencial eólico de uma região. Esse trabalho requer trabalhos sistemáticos de coleta de dados sobre a velocidade do vento e o regime de ventos numa certa região, isso para que a energia eólica seja considerada aproveitável. Para que uma determinada região seja considerada tecnicamente aproveitável é necessário que sua densidade seja maior ou igual a 500W/m2, a uma altura de 50 metros, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s [GRUBB; MEYER, 1993].

Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, em apenas 13% da superfície terrestre o vento da superfície terrestre apresenta velocidade média igual ou superior a 7 m/s, a uma altura de 50 m. Essa proporção varia muito entre regiões e continentes, conforme

indicado na tabela abaixo, mesmo assim, estima-se que o potencial eólico bruto mundial seja da ordem de 500.000 TWh por ano. Devido, porém, a restrições socioambientais como o caso de existência de áreas densamente povoadas e/ou industrializadas e outras regiões naturais, como regiões montanhosas que impossibilitam a instalação das torres eólicas, apenas 53.000 TWh (cerca de 10%) são considerados tecnicamente aproveitáveis. Ainda assim, esse potencial líquido corresponde a cerca de quatro vezes o consumo mundial de eletricidade. No Brasil, estudos indicam que o potencial seja maiores que 60.000 MW, estes estudo tem dado suporte a exploração comercial da energia eólica no país. [aneel.gov]

Um maior detalhamento desse potencial pode ser visto na Figura 7.



	Mata	Campo Aberto	Zona Costeira	Morro	Montanha
4	> 6,0	> 7,0	> 8,0	> 9,0	> 11,0
3	4,5 - 6,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	7,5 - 9,0	8,5 - 11,0
2	3,0 - 4,5	4,5 - 6,0	4,5 - 6,0	6,0 - 7,5	7,0 - 8,5
1	< 3,0	< 4,5	< 4,5	< 6,0	< 7,0

FIGURA 7 : Panorama do Potencial Eólico no Brasil.

Fonte: FEITOSA E. A. N. et al. Panorama do Potencial Eólico no Brasil,2003.(adaptado)

De acordo com a Figura 7, indica que a classe 4 representa aos melhores locais para aproveitamento da energia eólica, enquanto as classes 2 e 3 podem ou não ser favoráveis, dependendo das condições topográficas e a classe 1 são regiões de baixo potencial eólico.

4.2.3 – TECNOLOGIA DE APROVEITAMENTO

A energia eólica é a energia cinética contida no movimento das massas de ar, o que chamamos de vento, seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, através dos aerogeradores, a energia mecânica que aciona o rotor dos aerogeradores é quem produz a energia elétrica. A quantidade de energia produzida está diretamente relacionada à densidade do ar, às áreas cobertas pela rotação das pás e à velocidade do vento.

Um desenho esquemático da turbina eólica está exposto na Figura 8.

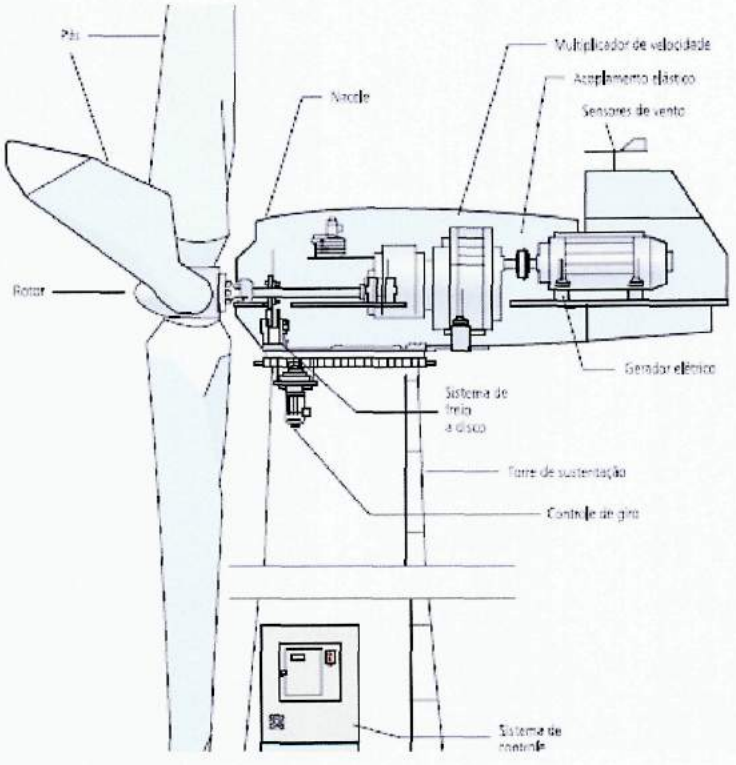


FIGURA 8 : DESENHO ESQUEMÁTICO DE UMA TURBINA EÓLICA MODERNA

Fonte: CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA – CBEE / UFPE. 2000. (adaptado)

4.2.4 – PONTOS NEGATIVOS

Como na energia solar, custo dos equipamentos é um dos principais entraves para utilização desta fonte energética em escala comercial. Em 2005, o custo desta energia custava um quinto do que custava no final dos anos de 1990, essa queda deve continuar devido a recentes desenvolvimentos da tecnologia de produção de grandes aerogeradores e de melhores sistemas de transmissão e aerodinâmico dos geradores.

Outro impacto negativo das centrais eólicas é a possibilidade de interferências eletromagnéticas, que podem causar perturbações nos sistemas de comunicação e transmissão de dados (rádio, televisão etc.) [TAYLOR, 1996], também existem acidentes com pássaros, além do ruído e das vibrações, as torres eólicas degrime significativamente o valor paisagístico de uma região.

A Energia proveniente das massas de ar constitui uma alternativa para geração de uma energia limpa e renovável, contribuindo com a redução da emissão de gases poluentes, não necessita de grandes construções de reservatórios, podendo suprir necessidades de pequenas localidades isoladas não necessitando de grandes linhas de distribuição elétrica. A energia eólica é de grande importância para sustentabilidade de nosso sistema.

4.3 - ENERGIA MAREMOTRIZ

4.3.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

A energia maremotriz é a energia proveniente do mar, é o modo de geração de eletricidade através da utilização da energia contida no movimento de massas de água, incluindo aproveitamento das marés, correntes marítimas, ondas, energia térmica e gradientes

de salinidade. Aproveita-se a energia cinética contida no movimento das águas ou pela energia derivada da diferença do nível das marés para transformá-la em energia elétrica.

A energia proveniente do mar é uma energia limpa, abundante, renovável e que em seu processo não há emissão de gases do efeito estufa. Segundo registra a Empresa de Pesquisa Energética, o total estimado para a energia potencial da maré é de 22 mil TWh por ano, dos quais 200 TWh seriam aproveitáveis.

Em 2008, menos de 0,6 TWh, ou 0,3%, eram convertidos em energia elétrica. O litoral brasileiro, possui um grande potencial de cerca de 8 mil quilômetros de extensão que na prática, de acordo com especialistas da Coppe, que desenvolve a tecnologia no Brasil, é possível converter cerca de 20% disto em energia elétrica, o que equivaleria a 17% da capacidade total instalada no país.

4.3.2 - TECNOLOGIA

Existem vária formas de utilização de energia proveniente do mar, uma delas está ilustrada na Figura 9, que é uma usina que o governo pretende construir no píer do porto do Pecém no Ceará, a fim de suprir a energia utilizada pelo próprio porto. A tecnologia a ser utilizada é de enormes braços mecânicos onde na ponta há uma boia circular que em contato com o mar, se movimentam de acordo com o movimento contínuos das ondas, fazendo com que a estrutura se mova, acionando bombas hidráulicas que fazem com que a água doce contida em um circuito fechado, no qual não há troca de líquido com o ambiente, circule em um ambiente de alta pressão. Esta pressão vai para um acumulador, que tem água e ar comprimidos em uma câmara hiperbárica, que é o pulmão do dispositivo.

Figura 9 - Usina Maremotriz

Fonte: Jornal O Globo

Outra forma de utilização da energia proveniente do mar está ilustrada na Figura 10, que representa uma usina maremotriz para geração de energia elétrica, onde o sistema aproveita a energia cinética do movimento das ondas para fazer pressão relativa do ar dentro da usina, fincando maior que a pressão do meio fora da usina, essa diferença de pressão faz com que o meio de maior pressão se desloque para o meio de menor pressão fazendo com que movimente a turbina, e por sua vez, a energia cinética rotacional do movimento das turbinas, fazendo com que o gerador converta o movimento rotatório da turbina em energia elétrica. O movimento de retorno da onda também é aproveitado, agora o sistema se inverte do inicial, ao retornar, a pressão inicial dentro do sistema fica menor do que a pressão de fora do sistema, fazendo assim, o deslocamento do ar do meio externo para o meio interno, movimentando a turbina no sentido contrário.

FIGURA 10: Geração de energia em usina maremotriz

Fonte: treehuger.com (adaptado)

Existem várias tecnologias de aproveitamento da energia proveniente do mar, como o que aproveita a energia cinética do movimento das correntes marítimas, o que aproveita a variação das marés, dentre outras. O importante destacar é esta fonte de energia é limpa e renovável, não degrada o ambiente e uma fonte de energia substituidora dos combustíveis fósseis.

Estas tecnologias, como outras fontes renováveis, estão iniciando uma nova tecnologia de produção de energia, possuem seus custos de produção e manutenção caros, mas especialistas esperam a redução dos custos de acordo com a produção de mais usinas e de novos avanço tecnológicos.

4.4- ENERGIA HIDRÁULICA OU HIDRÉTRICA OU HIDRICA

4.4.1 – INFORMAÇÕES GERAIS

A energia hidráulica ou energia hídrica é a energia produzida pela força da água, obtida a partir da energia potencial de uma massa de água. Seu aproveitamento ocorre dos

fluxos de água dos rios e lagos aproveitando-se de seus desníveis ou queda d'água. Esta fonte de energia foi uma das primeiras formas de substituição do trabalho animal pelo trabalho mecânico para o bombeamento de água ou moagem de grãos.

O Brasil é um país que possui um grande potencial para utilização desta fonte de energia, devido a grande quantidade de rios em seu território. Grande parte da energia elétrica consumida no país é proveniente de grandes usinas hidrelétricas, e em destaque a usina de Itaipu (Figura 11), situada na divisa do Brasil com o Paraguai.

A usina de Itaipu se destaca por ser uma das maiores usinas de geração de energia elétrica do mundo, inaugurada em 1982 sua construção foi um destaque e constitui uma grande empreitada da engenharia civil.

Figura 11 - IMAGEM USINA DE ITAIPU

Fonte: wikipedia.org (adaptado)

4. 4.2 – A TECNOLOGIA

Uma usina hidrelétrica utiliza a energia potencial gravitacional da água contida numa

represa elevada a uma certa altura.

Como segue na Figura 12, a energia potencial da massa de água transforma-se em energia cinética ao cair, e a energia cinética do movimento de água é convertida em energia cinética de rotação através de um dispositivo que consiste em uma roda dotada de pás que entra em rotação ao receber a massa de água contida sob pressão numa represa, esse dispositivo chamamos de turbinas. Por último, a energia cinética de rotação de uma turbina é convertida em energia elétrica através de um gerador, cuja funcionamento foi especificado no capítulo 1.

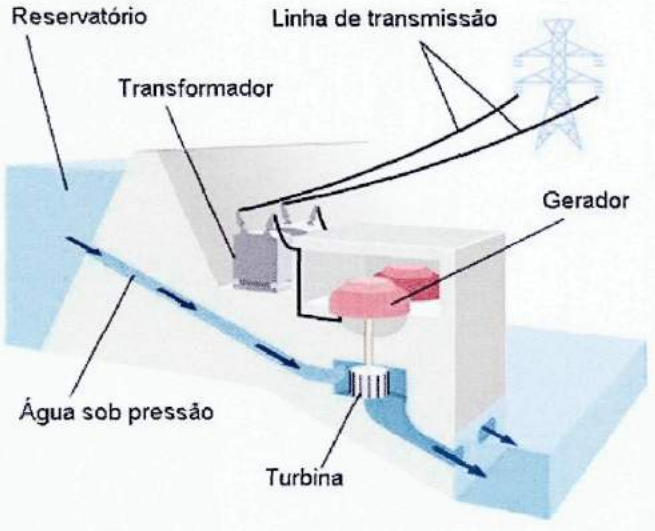


Figura 12: Esquema de uma usina hidroelétrica.

Fonte: Portal do São Francisco.

Existem diferentes tipos de turbinas, que podem ser usadas no acionamento de um equipamento industrial, como um compressor, ou de um gerador elétrico, com a finalidade de prover energia elétrica para uma rede de energia.

4.4.3 – PRÓS E CONTRAS DE UMA USINA HIDRÁULICA

Como outras fontes de energia, uma usina hidroelétrica possui seus prós e contras para a obtenção de energia. Um dos pontos negativos é que numa usina hidroelétrica necessita uma vasta área de inundação para o reservatório trazendo consigo impactos diretos ao ecossistema local como a modificação do ambiente tanto na vegetação como dos seres vivos.

Outros pontos negativos são da emissão de metano na atmosfera com a decomposição da vegetação submersa, redução do fluxo de sedimentos e nutrientes, tempo de construção, dentre outras.

De certa forma o tempo e o custo para construção de uma usina hidrelétrica são bastantes elevados mas por outro lado, o baixo custo operacional em relação à manutenção da usina é o atrativo a longo prazo, além disso, o potencial de produção tem a capacidade de atender grandes cidades e regiões.

Embora a implantação de uma usina provoque impactos ambientais, na fase de construção da represa, esta é uma fonte considerada limpa, pois na produção de energia não há emissão de resíduos poluentes de gases geradores do efeito estufa.

Outros pontos podemos destacar como:

- Desenvolvimento econômico do local com o turismo;
- Proporciona navegação dos rios;
- Amortecimentos dos rios em épocas de cheias como o controle da vazão.

A maior vantagem de uma usina hidrelétrica é a transformação limpa de um recurso energético tão abundante no nosso país.

4.5 - BIOMASSA E OS BIOCOMBUSTÍVEIS

4.5.1 – INFORMAÇÕES GERAIS

Toda a energia proveniente da combustão de materiais orgânicos produzidos ou acumulada em um ecossistema é chamada de biomassa. Esta fonte de energia é considerada limpa e renovável disponível em grande abundância, do ponto de vista ecológico, a biomassa é a quantidade total de matéria viva existente num ecossistema ou numa população animal ou vegetal. Para esta definição são excluídas as fontes de energia oriundas de combustíveis fósseis como o petróleo, gás natural e o carvão mineral, embora sendo estes derivados de origem animal ou vegetal. Para considerarmos biomassa o recurso natural tem que ser renovável em curto prazo como demonstra a Figura 13.

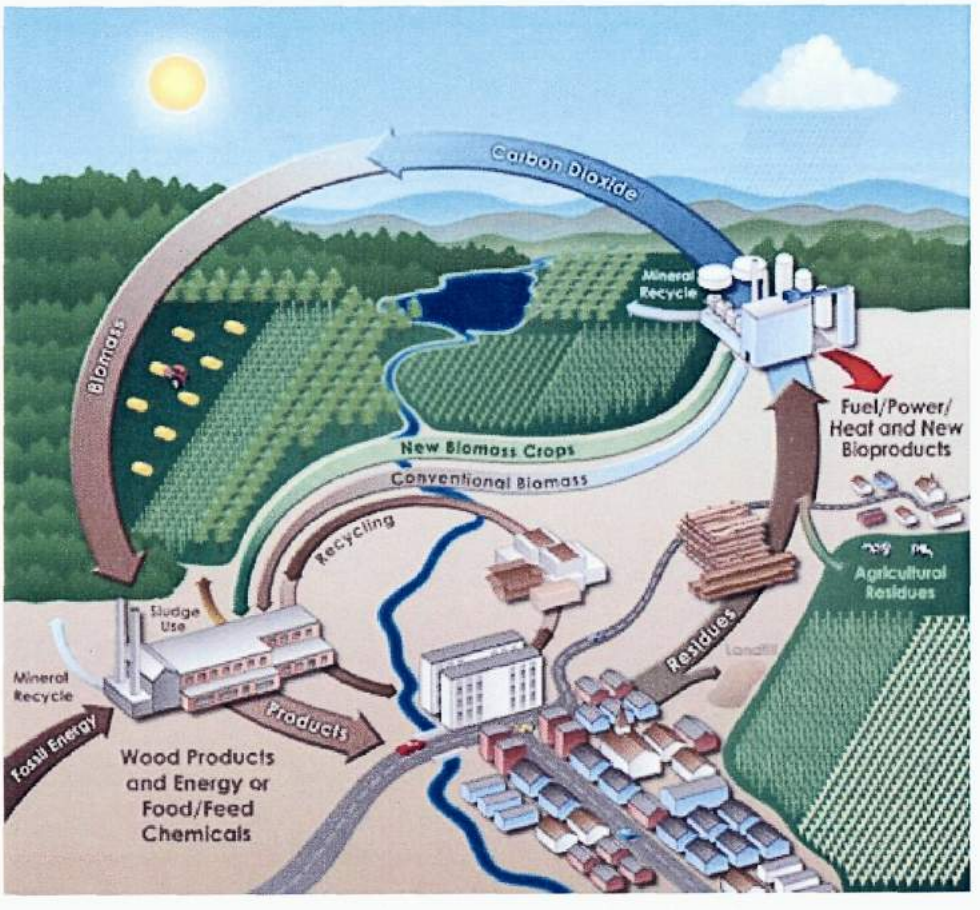


Figura 13: ciclo da biomassa

Fonte: biocombustiveis.com.br (adaptado)

O petróleo, gás natural e o carvão mineral requerem milhões de anos para a sua formação, por isso não podem ser considerados como biomassa.

O início da utilização da biomassa como fonte de energia começou a partir do emprego do fogo como fonte de luz e calor, mas teve sua grande relevância como energia a partir do século XIX com a Revolução Industrial. Com a introdução da tecnologia a vapor, a biomassa teve uma grande importância para obtenção de energia mecânica com aplicação nos setores de transportes e no setor industrial.

Outro fato histórico que destacou a aplicação da biomassa como fonte de energia foi a partir da crise do petróleo na década de 70, onde ficou evidente a importância da ampla utilização de artigos procedentes da biomassa como a criação do programa do pró Álcool no Brasil.

4.5.2 – MATERIAIS

São materiais para produção de energia por biomassa:

- Água Sanitária;
- Carvão vegetal;
- Casca de arroz;
- Embalagens de papelão;
- Galhos e folhas decorrentes da poda de árvores em cidades ou casas;
- Papel já utilizado;
- Serrim ou serradura de madeira;
- Resíduos vegetais;
- Lenha;
- Cana-de-açúcar.

Fonte: Relatório da segunda Comunicação Nacional à convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

Diversas usinas de açúcar e destilarias estão produzindo metano a partir da vinhaça. O gás resultante está sendo utilizado como combustível para o funcionamento de motores estacionários das usinas, chamadas de biogás.

O biogás é produzido através de bactérias que digerem um material orgânico, em condições anaeróbicas, ocorrendo reações químicas dentro de um equipamento chamado de biodigestor.

São materiais derivados da biomassa:

- Bio-óleo: líquido negro obtido por meio do processo de pirólise cujas destinações principais são aquecimento e geração de energia elétrica;
- Biogás: metano obtido juntamente com dióxido de carbono por meio da decomposição de materiais como resíduos, alimentos, esgoto e esterco em digestores de biomassa;
- Biomass-to-Liquids: líquido obtido em duas etapas. Primeiro é realizado um processo de gasificação, cujo produto é submetido ao processo de Fischer-Tropsch. Pode ser empregado na composição de lubrificantes e combustíveis líquidos para utilização em motores do ciclo diesel;
- Etanol celulósico: etanol obtido alternativamente por dois processos. Em um deles a biomassa, formada basicamente por moléculas de célulose, é submetida ao processo de hidrólise enzimática, utilizando várias enzimas, como a celulase, celobiase e β-glicosidase. O outro processo é composto pela execução sucessiva das três seguintes fases: gasificação, fermentação e destilação;
- Bioetanol "comum": feito no Brasil à base do sumo extraído da cana de açúcar (caldo de cana). Há países que empregam milho (caso dos Estados Unidos) e beterraba (da França) para a sua produção. O sistema à base de cana-de-açúcar empregado no Brasil é mais viável do que o utilizado pelo americano e francês;
- Biodiesel: éster produzido com óleos vegetais como do dendê, da mamona, do sorgo e da soja, etc;
- Óleo vegetal: Pode ser usado em Motores diesel usando a tecnologia Elsbett;
- Lenha: Forma mais antiga de utilização da Biomassa;
- Carvão vegetal: Sólido negro obtido pela carbonização pirogenal da lenha ou carbonização hidrotermal;
- Turfa: Material orgânico, semidecomposto encontrado em regiões pantanosas.

Fonte: Associação Brasileira de Energias Renováveis e Meio Ambiente

4.5.3- PRÓS E CONTRAS DA UTILIZAÇÃO DA BIOMASSA COMO FONTE DE ENERGIA

A produção de energia através da biomassa pode gerar grandes questionamentos no ponto de vista ambiental, tendo em vista a área a ser degradada para o cultivo de certas espécies.

A biomassa pode acarretar em degradação da fauna e flora, pode ainda acarretar a extinção de espécies, contaminação do solo, dos cursos d'água e lençóis freáticos por uso inadequado de fertilizantes ou outros meios de defesa.

Além disso, esta fonte de energia, segundo o relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) sobre as perspectivas da agricultura mundial na próxima década, divulgado em julho de 2007, pode gerar altas nos alimentos devido a migração dos produtores de alimentos para o ramo dos agrocombustíveis.

A biomassa é uma fonte de energia limpa, renovável, disponível em abundância, de baixo custo e derivada de materiais orgânicos. Outro ponto positivo é em considerar que a produção de lixo descartado pela sociedade pode ser capaz de produzir energia.

Importante ressaltar é que está sendo feito o máximo para obter a energia da biomassa, visto que o petróleo e o carvão mineral tendem a acabar, contribuindo com a redução do aquecimento global.

4.6 – ENERGIA NUCLEAR

4.6.1 – INFORMAÇÕES GERAIS

A energia Nuclear é a energia proveniente do uso controlado das reações nucleares de certos elementos químicos para a obtenção de energia, o princípio desta energia é através de reações nucleares.

Os átomos de alguns elementos químicos apresentam a propriedade de, através de reações nucleares, transformar massa em energia. Esse princípio foi postulado por Albert Einstein, quanto à quantidade de energia que poderia ser gerada pela fusão ou fissão de núcleos atômicos, mas o crédito da descoberta da fissão nuclear foi feita por Otto Hahn e Fritz Straßmann em Berlim em 1938 e explicada por Lise Meitner e Otto Frisch, pouco tempo depois.

A tecnologia nuclear tem como uma de suas finalidades gerar eletricidade contudo, a história evidencia que as centrais nucleares foram projetadas para uso duplo: civil e militar.

No uso militar podemos visualizar nas bombas atomicas e seus estragos feitos no fim da Segunda Guerra Mundial, com a destruição das cidades de Hiroshima e Nagasaki no Japão e Einstein passou a considerar o estudo da energia nuclear para fins militares um dos maiores erros de sua vida.

No campo civil podemos visualizar as centenas de usinas nucleares espalhadas pelo mundo cuja sua principal vantagem é a geração de energia sem a deliberação de gases tóxicos responsáveis pelo o efeito Estufa.

A primeira usina nuclear do mundo foi inaugurado em 1954, em Obininsk, na antiga União Soviética. Segundo a Associação Nuclear Mundial, a energia gerada por fonte nuclear é responsável pela geração de 14% da energia elétrica do mundo e que este potencial só tende a crescer com a construção de novas usinas como é o caso da construção de Angra 3, no Estado do Rio de Janeiro e das outras usinas planejadas pelo atual governo.

4.6.2 – TECNOLOGIA

A matéria-prima do combustível são varetas contendo Urânio, chamadas como Varetas de Combustível, são montadas em feixes conforme a Figura 14. As varetas são fechadas para não deixar escapar o material contido nelas e podem suportar elevadas temperaturas.

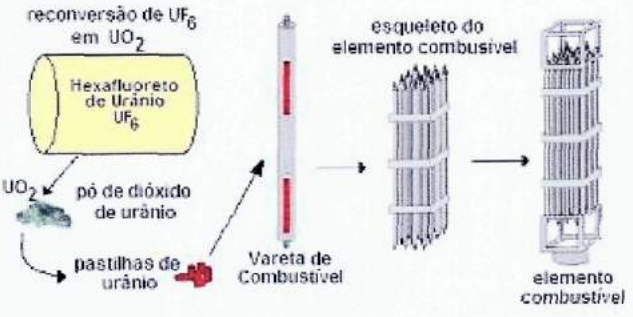


Figura 14: Varetas de Combustíveis utilizadas em uma Usina Nuclear

Fonte: MOURA CARDOSO, Energia Nuclear. cnen.gov.br(adaptado)

Existem duas formas de reações nucleares para utilizá-lo para a geração de energia elétrica, a primeira é da fissão nuclear onde o núcleo atômico subdivide-se em duas ou mais partículas e a segunda forma é da fusão nuclear na qual consiste na unção de dois ou mais núcleos atômicos para formar um novo núcleo.

A fissão nuclear é a base do método utilizado pelas usinas nucleares para obtenção de

energia elétrica. Para melhor compreensão da utilização do modelo atomico para a geração de energia, podemos visualizar na Figura 15, a fissão dos núcleos atômicos ocorre devido ao lançamento em alta velocidade de partículas de nêutron na direção do átomo de urânio, onde eles se funde ao núcleo deste átomo causando seu desenquilíbrio, o núcleo deste átomo totalmente instável se separa formando outros dois átomos liberando outros nêutros e mais energia e a liberação destes dois nêutron cria uma reação em cadeia, na qual o átomo fissurado possibilita a fissura de mais dois átomos, continuando até que todo o material seja fissurado impossibilitando os nêutrons livres de criar novas fissões nucleares.

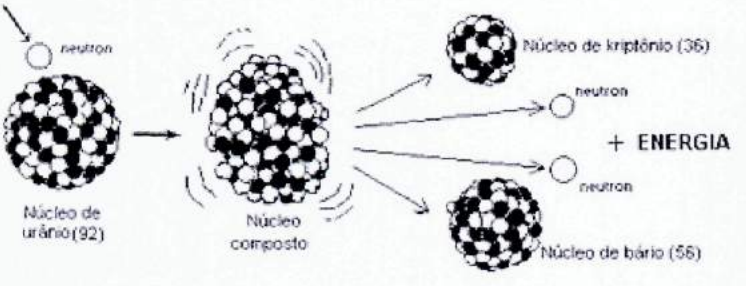


Figura 15 – esquema da fissão nuclear

Fonte: Eletrobrás - Eletronuclear.

A energia liberada em calor pela fissão dos átomos de Urânio aquece a água que passa pelo reator a uma temperatura de 320º C. A água no ambiente entre em ebulição a 100ºC e para que não entre em ebulição no reator, ela é mantida a uma pressão 157 vezes maior que a pressão atmosférica.

A água no processo de geração de energia é de suma importância para a produção e manutenção do equilíbrio do controle da temperatura de uma usina nuclear. O gerador de vapor realiza uma troca de calor entre as águas deste primeiro circuito e a do circuito secundário, que são independentes entre si, como se vê na Figura 16. O vapor de água passa pela turbina a temperaturas elevadíssimas, e é resfriado por um sistema de troca de calor. Com essa troca de calor, a água do circuito secundário se transforma em vapor e movimenta a

turbina - a uma velocidade de 1.800 rpm (rotações por minuto), a energia do movimento de rotação das turbinas fará girar um gerador elétrico que enfim irá transformar a energia cinética de rotação da turbina e a transformará em energia elétrica que chega em nossas residências. Para concluir o ciclo o vapor, depois de mover a turbina, passa por um condensador, onde é refrigerado pela água do mar, trazida por um terceiro circuito independente. A existência desses três circuitos impede o contato da água que passa pelo reator com as demais.

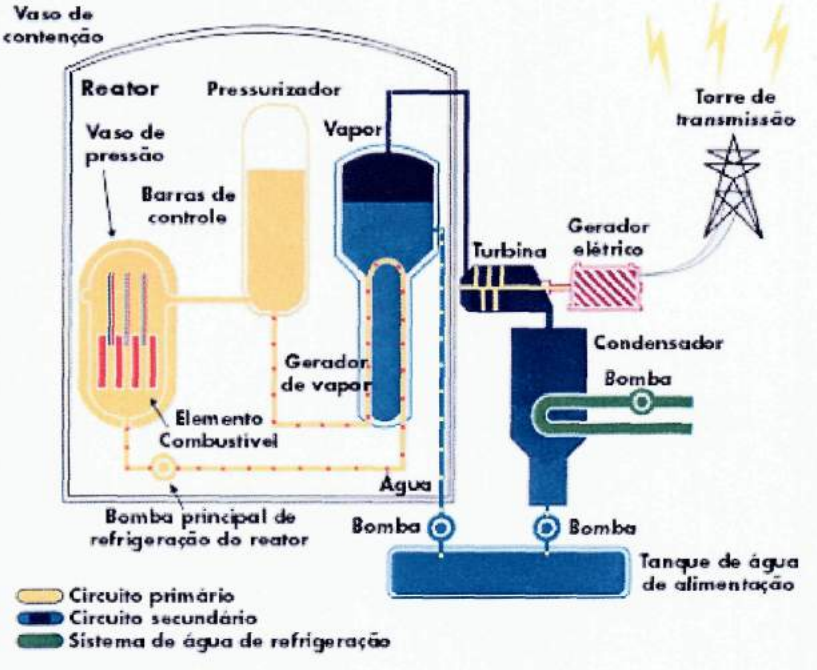


Figura 16- Esquema dos circuitos de uma usina nuclear

Fonte: Eletronuclear.gov.br(adaptado)

4.6.3 – PRÓS E CONTRAS DE UMA USINA NUCLEAR

O uso desse tipo de energia sempre foi muito questionado, principalmente por conta dos acidentes ocorridos em Chernobyl e mais recentemente na cidade de Fukushima no Japão. Além dos acidentes, outro problema de uma usina nuclear são os rejeitos de materiais radioativos resultado da fissão nuclear. Também chamados de lixos radioativos, os rejeitos possuem um potencial muito grande de contaminação durante centenas de anos, mas se forem

armazenados de forma adequada e protegida, não oferecem risco de liberação de material radioativo.

O lixo radioativo necessita de cuidados bastantes específicos de contenção, e não emite gases responsáveis pelo efeito estufa. Outro ponto positivo que as usinas nucleares podem ser construídas em qualquer lugar, sem depender de um rio como as hidrelétricas.

O Urânio é abundante no Brasil e sua eficiência é bem superior comparando-a como uma termoelétrica. Citando um exemplo: 10 gramas de Urânio é capaz de produzir a mesma energia que 700 Kg de petróleo ou equivale-se a 1200 Kg de carvão. Visto assim, a usina nuclear é uma fonte de energia mais limpa para a produção de energia elétrica, não contribuindo para o aquecimento global.

5 – UMA PROPOSTA DE ENSINO COM UTILIZAÇÃO DO CRÉDITO DE CARBONO NAS ESCOLAS

Dentro das recomendações apresentadas nos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) o ensino de física na escola média ganhou um novo sentido que visa a formação de um conhecimento em física para a formação de um jovem cidadão, sendo atuante, participativo e que possa compreender a sua responsabilidade na sociedade como cidadão em instâncias profissionais, pessoais ou universitárias. [Brasil, 1999]

Os PCN, dentro da física, contribuem para a formação de uma cultura científica efetiva, onde permitem ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da sua própria natureza em transformação.

Muitos alunos percebem o aprendizado de física como uma matéria onde devemos decorar as fórmulas e apenas aplicá-las, no entanto, este pensamento está sendo alterado. De certa forma, o ensino de física vem deixando de lado a simples memorização de fórmulas ou repetições de procedimentos e vem ganhando o rumo de algo significativo no aprendizado na escola de ensino médio.

O enfoque deste trabalho é a apresentação do sistema de crédito de carbono nas escolas, atribuindo aos nossos jovens uma responsabilidade para com a sociedade, tendo como objetivo a recuperação ambiental, aportando soluções globais para a mudança climática, mediante a promoção, desenvolvimento e comercialização de créditos de carbono, bem como a compensação voluntária de emissões e a inovação em tecnologia de redução de gases de efeito estufa, aproveitando uma gama de informações e aplicando-as ao conhecimento da física. Contudo, o que podemos aproveitar no ensino e como aplicar?

Neste capítulo são apresentados formas de aplicação em nosso dia-a-dia, como desafio de interligar conhecimentos e a prática nas escolas. Com o mercado de carbono, o aluno pode contextualizar seu conhecimento em física, assim como a abordagem de fenômenos físicos naturais, com conteúdos, seja na Mecânica, Ótica, termologia ou Eletromagnetismo.

Citaremos vários exemplos onde podemos aplicar o mercado de carbono com o ensino de física nas escolas, seguindo as Orientações Educacionais aos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Dentro do conteúdo apresentado anteriormente e seguindo o PCN o professor pode explorar vários temas estruturadores para o ensino de física com o mercado de carbono, desenvolvendo competências e habilidades, integrando aos objetivos a serem atingidos pela escolarização em nível médio.

Para dar uma consistência a proposta deste tema, inserimos tópicos dos temas abordados no ensino de física de acordo com o PCN e temas dos assuntos abordados neste tema:

- Identificar formas e transformações de energia associadas aos movimentos reais;

- A partir da conservação da energia de um sistema, quantificar suas transformações e a potência disponível ou necessária para sua utilização, estimando, por exemplo, o combustível gasto para subir uma rampa ou a potência do motor;

- Diante de situações naturais ou em artefatos tecnológicos, distinguir situações de equilíbrio daquelas de não equilíbrio (estático ou dinâmico);

- Estabelecer as condições necessárias para a manutenção do equilíbrio de objetos, incluindo situações no ar ou na água;

- Identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados em diferentes situações ou para explicar a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos;

- Reconhecer as propriedades térmicas dos materiais e os diferentes processos de troca de calor, identificando a importância da condução, convecção e irradiação em sistemas naturais e tecnológicos;

- Utilizar o modelo cinético das moléculas para explicar as propriedades térmicas das substâncias, associando-o ao conceito de temperatura à sua escala absoluta.

- Compreender o papel do calor na origem e manutenção da vida;

- Reconhecer os diferentes processos envolvendo calor e suas dinâmicas nos fenômenos climáticos para avaliar a intervenção humana sobre o clima;

- Identificar e avaliar os elementos que propiciam conforto térmico em ambientes fechados;

- Identificar as diferentes fontes de energia (lenha e outros combustíveis, energia solar etc.) e processos de transformação presentes na produção de energia para uso social;

- Identificar os diferentes sistemas de produção de energia elétrica, os processos de

transformação envolvidos e seus respectivos impactos ambientais, visando escolhas ou análises de balanços energéticos;

- Acompanhar a evolução da produção, do uso social e do consumo de energia, relacionando-os ao desenvolvimento econômico, tecnológico e à qualidade de vida, ao longo do tempo;

- Dimensionar o custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia;

- Reconhecer a relação entre fenômenos magnéticos e elétricos para explicar o funcionamento de motores elétricos e seus componentes, interações envolvendo bobinas e transformações de energia;

- Em sistemas que geram energia elétrica, como geradores ou usinas, identificar semelhanças e diferenças entre os diversos processos físicos envolvidos e suas implicações práticas;

- Compreender o funcionamento de diferentes geradores, para explicar a produção de energia em hidrelétricas, termelétricas etc.. Utilizar esses elementos na discussão dos problemas associados desde a transmissão de energia até sua utilização residencial;

- Compreender os processos de interação das radiações em meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz;

- Compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para

reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos;

- Conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina;

- Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia/noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.);

- Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação;

Em suma, a aplicação do mercado de carbono em escolas é de grande proveito para o conhecimento de física e para tipificar um forma de aplicação dentro das escolas, seguiremos uma planilha Figura 17 baseada para quantificar as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera para poder se comprometer com novas tecnologias que emitam menos e auxiliem a reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GEEs) dentro de uma empresa mas que podemos aplicá-la em vários contextos.

Dentro das escola pode-se avaliar a emissão mensal em transporte baseada no deslocamento de um aluno ou aplicação de deslocamento dos seus pais para o trabalho, ou aplicando-a no deslocamento de funcionários dentro de uma empresa ou qualquer outro forma de deslocamento aplicada em uma planilha baseada no modelo da fonte Defra para veículos que calcula Kg CO_2/Km dependendo de variáveis como tipo de veículo, motor, combustível e quilometragem, onde seu cálculo depende da escolha do meio de transporte, a quantidade de dias utilizados e a distância percorrida.

AMBIENTAL

Mês:	Dezembro
Empregado:	José da Silva

Automóvel	0	kg CO2 e
Moto	0	kg CO2 e
Trem	0	kg CO2 e
Ônibus	0	kg CO2 e
Total	0	kg CO2 e

Dia do mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Possibilidade	1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1	1
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ônibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Relação de Possibilidades

Codigo	Descrição	Transporte 1					Transporte 2					Transporte 3					Transporte 4				
		Fator de Emissão		Meio de transporte genérico	Distância		Fator de Emissão		Meio de transporte genérico	Distância		Fator de Emissão		Meio de transporte genérico	Distância		Fator de Emissão		Meio de transporte genérico	Distância	
		Valor	Unidade		Valor	Unidade	Valor	Unidade		Valor	Unidade	Valor	Unidade		Valor	Unidade	Valor	Unidade		Valor	Unidade
0	Falta ao trabalho ou meio de transporte limpo	-	-		-	-															
1	Carro	0,2162	kg CO2e / km	Automóvel	30	Km.															
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					

Relação de Fatores de Emissão

Automóveis particulares

Carro pequeno gasolina, até 1.400 CC cilindradas	0,1861	kg CO_2e / km
Carro médio gasolina, entre 1.400 e 2.000 CC	0,2162	kg CO_2e / km
Carro grande, mais de 2.000 CC cilindradas	0,2964	kg CO_2e / km
Carro gasolina médio	0,2085	kg CO_2e / km
Carro diesel pequeno, até 1.700 CC cilindradas	0,1507	kg CO_2e / km
Carro diesel médio, entre 1.700 CC e 2.000 CC	0,1801	kg CO_2e / km
Carro diesel grande, mais de 2.000 CC cilindradas	0,2663	kg CO_2e / km
Carro diesel médio	0,1987	kg CO_2e / km
Carro médio com combustível desconhecido	0,2075	kg CO_2e / km

Motos

Motocicleta até 125 CC	0,0728	kg CO_2e / km
Motocicleta entre 125 e 500 CC	0,0939	kg CO_2e / km
Motocicleta com mais de 500 CC	0,1298	kg CO_2e / km
Motocicleta de motor desconhecido	0,1067	kg CO_2e / km

Trens

Trem	0,054	kg CO_2e / km
Trem de longa distância	0,0602	kg CO_2e / km
Metrô subterrâneo ou trem-rua	0,0526	kg CO_2e / km

Ônibus

Ônibus municipal ou intermunicipal	0,0879	kg CO_2e / km

Fonte: Defra (Defra orientações aos Fatores de conversão de GEE para a comunicação de empresas. Anexos atualizados Junho de 2007) exceto trens (Referência Relatório de Sustentabilidade 2005)

Figura 17: Cálculo de Emissão em Transporte – Funcionário

Fonte: Ambienta

Como vimos no capítulo 1, uma unidade de RCE é igual a uma tonelada de dióxido de carbono, equivalência calculada de acordo com o Global Warming Potential que serve para comparar e somar as quantidades dos diversos Gases do Efeito Estufa em termos de dióxido de carbono equivalente. Em 2008 o crédito carbono chegou a ser comercializado a 57,00 reais, e no final do mês de abril de 2012 era comercializado a R$ 19,84. Uma desvalorização de 65,2% mas que ainda se demonstra ser bem rentável.

Com base nesta cotação pelo Ibovespa do final do mês de abril de 2012, foi elaborado o cálculo a seguir a fim de descobrir quanto financeiramente um aluno gastaria no trajeto: residência x escola, num período compreendido de 10 meses indo e vindo da escola nos diferentes tipos de transporte.

Trajeto: RESIDENCIA X ESCOLA X RESIDENCIA

Distância diária: 60 km/ por dia

Emissão CO_2 - carro 1400 a 2000 cilindradas:

12,97 kg/ dia;

285,34 kg/mês – 22 dias ;

2.853,4 kg/ ano – 10 meses.

Emissão CO_2 - ônibus urbano:

5,34 kg/ dia;

117,48 kg/mês – 22 dias;

1.174,8 kg/ ano – 10 meses.

Diferença 1.678,6 kg/ ano, além disso, o ônibus transporta vários alunos.

Neste exemplo, o crédito gerado corresponderia a 1,678 de crédito de carbono, no valor de R$ 33,30. Esta diferença é baseada apenas na troca de um transporte particular como carro, por um transporte público como ônibus, mas a diferença se tornaria maior se a troca fosse por um transporte de propulsão humana como a bicicleta, onde o retorno seria no valor de R$ 56,65 nos cofres de uma empresa ou de uma escola, fora a prática de atividade física.

Neste mesmo tema poderíamos abordar temas como a potência de cada motor, identificar transformações de energia, identificando as formas de dissipação de energia, as limitações quanto ao tipo de transformações possíveis, tipos de transformação de energia, como a do ônibus que transforma a energia química do diesel em energia cinética do movimento ou da energia proveniente do biodiesel cuja a energia é mais ecologicamente correta.

Citar que nem toda a energia é aproveitada como a perda de energia térmica cedida ao ambiente em calor devida a diferença de temperatura do motor e o ambiente, ou a perda de energia devida a força de atrito que atua na superfície do veículo, a força da resistência do ar que oferece ao veículo em movimento, o gasto do combustível de um automóvel em função do tempo nas estradas e nas cidades, reconhecer e saber utilizar corretamente os símbolos, códigos e nomenclaturas de grandeza física como por exemplo de velocidades (m/s, Km/h, rpm).

Com esse tipo de conhecimento adquirido através da comercialização do crédito de carbono a partir do transporte, podemos transferir para a economia de energia em residências, dentre outras. Assim é possível formar um aluno como cidadão, onde ele pode compreender fenômenos e argumentar claramente sobre seus pontos de vista sobre a utilização de energia, apresentando razões, justificativas, saber se expressar, criticar, pesquisar, conhecer vantagens e desvantagem dos objetos apresentados e sabendo fazer uso de uma linguagem física apropriada.

6 - CONCLUSÃO

O intuito desta monografia foi destacar a responsabilidade da ação humana na mudança do clima global e as ideias de reverter este quadro. Para se atingir esses objetivos, foi abordada a importância do acordo internacional do Protocolo de Quioto no intuito de estabilizar a concentração de gases na atmosfera evitando tragédias acarretadas pelo aquecimento global, iniciando um mercado de comercialização de crédito de carbono. Com ela iniciou-se um processo de incentivo para a produção de energia através de fontes limpas, renováveis que não emitem gases geradores do efeito estufa, como é o caso da energia Solar, Eólica, Maremotriz, Nuclear e da Biomassa. Estas fontes de energia estão progressivamente substituindo fontes de energia não renováveis como o caso do petróleo e o carvão mineral, os vilões de emissão de gases do efeito estufa. Este incentivo financeiro aos projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no tocante do desenvolvimento sustentável é uma ferramenta eficaz para combater o aquecimento global.

Através das considerações destacadas nesse trabalho, reafirmamos a importância da discussão da comercialização de crédito de carbono na difusão de conhecimento no ensino de física nas escolas, na luta contra a mudança climática, encontrando soluções para a redução das emissões globais de gases geradores de efeito estufa.

A ideia de sustentabilidade nas escolas desperta a conscientização dos jovens à devida da importância do clima para o equilíbrio ambiental, formando um cidadão perante a sociedade, com responsabilidade para o bem comum.

Uma das ideias centrais deste trabalho foi despertar nos profissionais da educação, que terão acesso a esta leitura, divulgarem e efetivamente trabalharem em prol da educação, na transformação do jovem em um novo cidadão preocupado com o meio-ambiente. A escola tem um papel fundamental para a formação de um individuo que tenha responsabilidade

social com um bem comum. O mercado de carbono pode desenvolver uma gama de informações, no ensino de física, para alunos do ensino médio, formando cidadãos.

As discussões estão sendo realizadas, e para acelerar o processo da visão ambiental, somente uma população, de caráter bem definido, pode ampliar a visão de uma sociedade altamente sustentável, cujo no processo de sua formação, tenha aprendido valores que sempre estiveram bem esquecidos. Além do papel da família, a escola tem um papel fundamental para formação de indivíduos com esta preocupação ambiental, desde os primeiros ensinamentos como o de fazer a coleta seletiva até ao desenvolvimento de tecnologias que apresentem novas formas de desenvolvimento limpo. Uma nova conscientização do devido valor mundial, da importância do clima para o equilíbrio ambiental, é uma tarefa dos nossos jovens, dentro e fora das salas de aula.

O estudo do mercado do carbono pode levar o aluno a uma gama de informações relevantes no aprendizado de física. A ideia do professor deve passar aos alunos que o ensino da física é um instrumento para compreensão do sistema em que vivemos, para que o conhecimento aprendido em sala de aula ultrapasse as fronteiras das paredes da escola e as utilize na forma de pensar e agir, investigando e compreendendo os fenômenos que acontece no mundo, sabendo utilizar as linguagens adequadas, para que a sua comunicação promova a conscientização ambiental de um futuro cidadão, podendo lidar com situações reais que possam ser vivenciadas um dia.

Por fim, este trabalho demonstra o mercado de crédito de carbono é um ponta pé inicial para conscientizar a sociedade que podemos nos adequar para o avanço da economia sem degradar o sistema em que vivemos sem deixar de preservar o meio ambiente para a manutenção e o equilíbrio do nosso planeta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FRONDIZI, Isaura Maria de Rezende Lopes (coordenação geral) *O MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO: guia de orientação 2009* – Rio de Janeiro : Imperial Novo Milênio : FIDES, 2009.
- PROJETO FÍSICA / Tradução Harvard Project Physics (1975) Fundação Calouste Gubelkian-Lisboa.
- BRASIL, Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Brasília, 2010.
- BRASI, PCN+ - Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Física: Brasília, MEC,2000.
- CALSING, Renata de Assis. O Protocolo de Quioto e o Direito ao Desenvolvimento Sustentável, Porto Alegre, 2005.
- BRASIL, Ministério da Ciência e Tecnologia. Efeito Estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima, Cartilha. Brasília: 1999.
- MOURA CARDOSO, Elieser. Energia Nuclear, apostila Educativa. Rio de Janeiro. Disponível em <www.cnen.gov.br>

SITES:

- JORNAL O GLOBO, Emissão de gases de efeito estufa. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/ciencia/mat/2011/05/30/emissao-de-gases-do-efeito-estufa-bate-recorde-em-2010-afirma-relatorio-da-aie-924559859.asp>. Acesso em: 10 junho 2011 .
- BRASIL ESCOLA, Efeito Estufa disponível em: <http://www.brasilescola.com\efeitoestufa> . Acesso em: 13 fevereiro 2011.
- Associação Brasileira de Energias Renováveis e Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.abeama.org.br/index.asp>. Acesso em: 16 junho 2011.
- BRASIL, Portal do Ministério da Educação. Disponível em: <http://potal.mec.gov.br/arquivo/seb/arquivo>. Acesso em: 16 junho 2011.

- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, Atlas da Energia Elétrica do Brasil. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro_atlas.pdf>. Acesso em: 14 fevereiro 2011 .

- Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <www.epe.gov.br>. Acesso em: 15 fevereiro 2012.

- CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA – CBEE / UFPE. 2000. Disponível em: <www.eolica.com.br>. Acesso em: 15 fevereiro 2012

- JORNAL O GLOBO, Energia limpa das ondas. Disponível em <http://oglobo.globo.com/ciencia/pais-comeca-explorar-energia-limpa-das-ondas-5122838>. Acesso em 20 fevereiro 2012.

- História do Desenvolvimento do Efeito Estufa. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito_estufa>. Acesso em: 17 maio 2011.

- ELETRONUCLEAR, Energia Nuclear. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/Saibamais/EspaçodoConhecimento/Pesquisaescolar/EnergiaNuclear.aspx>. Acesso em: 20 fevereiro 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO UFRJ

LICENCIATURA DE FÍSICA

WELLINGTON DE ALBUQUERQUE GUIMARÃES

UMA PROPOSTA NO ENSINO DE FÍSICA SOB UMA NOVA VISÃO DE DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO LIMPO COM O MERCADO DE CARBONO

Orientadora:Ligia de Farias Moreira

Banca:

Prof. Francisco Artur Braun Chaves

Prof. João José Fernandes de Souza

Prof. José Eduardo Ramalho Dantas

RIO DE JANEIRO, RJ, 2012

WELLINGTON DE ALBUQUERQUE GUIMARÃES

UMA PROPOSTA NO ENSINO DE FÍSICA SOB UMA NOVA VISÃO DE DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO LIMPO COM O MERCADO DE CARBONO

Trabalho apresentada ao
Programa de Graduação em
Licenciatura de Física
da Universidade Federal do Rio de Janeiro
– UFRJ, como requisito parcial
para obtenção do título.

LÍGIA DE FARIAS MOREIRA

Orientador

RIO DE JANEIRO,RJ,

2012

DEDICATÓRIAS

Dedico este trabalho aos meus pais por ter proporcionado bens mais importantes na formação de um homem: uma família, um bom caráter e um bom estudo.

(Wellington de A. Guimarães)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por abençoar a minha família, a minha saúde, minhas amizades e ao meu caminho. Agradeço também a minha família por ser um dos pilares fundamentais para a minha formação, em especial aos meus pais – Heleodorio Maranhão Guimarães e Lúcia Helena de Albuquerque Guimarães – pelas dificuldades encontradas e vencidas, para que não me faltasse itens essenciais para o meu desenvolvimento: amor, alimento e educação. A minha irmã por compartilhar nossa vida, nossa história, nossas desavenças e nossas risadas. Agradeço novamente a Deus por encaminha uma mulher tão especial em minha vida, a minha namorada, uma mulher que nestes cincos anos não apenas somou mas multiplicou na minha vida. Aos amigos de Velha Guarda por compartilhar longas histórias e aventuras de tantos anos de uma amizade saudável. Aos professores pela dedicação e interesse pela minha formação como profissional, e aos funcionários da UFRJ que por vezes tão esquecidos mas que são a base do funcionamento da Instituição.

RESUMO

Este trabalho tem a finalidade de demonstrar que o estudo do mercado de carbono pode implementar nas escolas um ensino de Física com uma nova visão de desenvolvimento energético limpo ou que traga menos prejuízos ao meio ambiente, fazendo com que seu aprendizado gere uma nova visão e conhecimento ao combate do problema central deste tema: o aquecimento global.

O aquecimento global é um dos principais temas abordados no mundo de hoje e para tratar sobre o tema, será necessário abordar sobre a importância do Protocolo de Quioto, desde seu conceito à sua finalidade, trataremos também, sobre o funcionamento do mercado de crédito carbono com o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), visando a redução de emissão dos gases geradores do efeito estufa, gases estes responsáveis pelo aquecimento global. A partir daí, desenvolveremos as estratégias de utilização de fontes alternativas para a geração de energia limpa ou menos poluidora, do Potencial de utilização à sua viabilidade no Brasil e no mundo.

Estes tipos de estratégias visam a substituição dos combustíveis fósseis como a principal matriz energética do mundo. O combustível fóssil é um dos maiores responsáveis pela mudança climática do nosso sistema, isso acontece devido a emissão de gases poluentes na atmosfera através de sua queima.

Assim podemos demonstrar como o mercado do Carbono pode implementar no ensino de Física nas nossas escolas, dentro das diretrizes apresentadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Apresentaremos, também, como essa gama de conhecimento pode-se ser aplicadas nas salas de aulas, como podemos utiliza-las, dentro e fora da classe, para a formação de nossos jovens estudantes em futuros cidadães cientes de sua responsabilidade perante a sociedade.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 01

1 – CONCEITOS FUNDAMENTAIS.....05

1.1 – Efeito Estufa 05

1.2 – Energia 07

1.3 –Energia e a evolução 09

1.4 – O gerador 10

2 – PROTOCOLO DE QUIOTO 12

2.1 – Conceito 12

2.2 – Classificação 13

2.3 – Missão 16

3 – MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo 17

3.1 – Conceito 17

3.2 – Metas 19

3.3 - Crédito Carbono ou RCE´s 20

4 – ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DOS GASES POLUENTES.....21

4.1 – Energia Solar 22

4.1.1 – Informações Gerais.....22

4.1.2 – Aproveitamento Térmico.....22

4.1.3 – Conversão direta da radiação solar em energia elétrica..24

4.1.4 – Pontos Negativos da energia solar.....25

4. 2 – Energia Eólica 25

4.2.1 – Informações gerais.....25

4.2.2 – Disponibilidade dos recursos 26

4.2.3 – Tecnologia de aproveitamento.....28

4.2.4 – Pontos negativos.....29

4.3 – Energia Maremotriz 29

4.3.1 – Informações gerais.....29

4.3.2 – Tecnologia.....30

4.4 – Energia Hidráulica 32

4.4.1 – Informações gerais 32

4.4.2 – Tecnologia 33

4.4.3 – Prós e contras de uma usina hidráulica 34

4. 5– **Biomassa e os biocombustíveis 36**

4.5.1 – Informações gerais 36

4.5.2 – Materiais 37

4.5.3 – Prós e contras da utilização da biomassa como fonte de energia.....39

4.6 – Energia Nuclear 40

4.6.1 – Informações gerais 40

4.6.2 – Tecnologia.....41

4.6.3 – Prós e contras de uma usina Nuclear 43

5 – UTILIZAÇÃO DO CRÉDITO DE CARBONO NAS ESCOLAS 45

6 – CONCLUSÃO 53

REFERÊNCIAS 55